

BİLİM DÜNYASI
ANSİKLOPEDİSİ

Milliyet
YAYINLARI

BİLİM DÜNYASI ANSİKLOPEDİSİ

ENERJİ



**BİLİM
DÜNYASI
ANSİKLOPEDİSİ**

**Cilt 2
ENERJİ**

**Genel Müdür:
MUHİTTİN KÂZIMOĞLU**

**Yönetmen:
MEHMET İLKORUR**

**Yönetmen Yardımcısı:
HİKMET ALTINKAYNAK**

**Dilimize Çevirenler:
GÜNDÜZ TUNA
ŞULE SAKIZLIOĞLU
YAKUT GÜNERİ**

**Grafiker:
AYSEL UĞUR**

**İşletme Müdürü:
ALİ NAZİM ONARAN**

**Teknik Danışman:
YETKİN ALDINÇ**

**Ofset Hazırlama ve Baskı:
Milliyet Yayın A.Ş.
Ayazağa Tesisleri**

**Copyright (Yayın Hakkı):
Kesim Telif Hakları Ajansı (83)**

**Türkiye'de Yayın Hakkı:
MİLLİYET YAYIN A.Ş.**



BAŞLARKEN

XX. yüzyılın çözemediği sorunlardan biri de enerjidir. Gelişmişliğin zirvesindeki büyük devletler bile o olmadan ayakta kalamazlar. Güçlerini ve gelişmişliklerini uzun süre koruyamazlar.

Enerji, gelişmekte olan ülkeler için daha da çok önemlidir. Üretimi artıracak olan endüstri tesislerinin çalışması, tümüyle buna bağlıdır. Bu nedenle de gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerin hepsinin buna gereksinimleri vardır.

İşte enerji deyince akla geliveren elektrik enerjisinden; yararı olduğu kadar, olumsuz kullanıldığında insanlığı yok edebilecek olan nükleer enerjiye kadar, enerji konularını bilimsel açıdan ortaya koyan bu ansiklopedimiz, her evin kültürel bir boşluğunu doldurması amacıyla hazırlanmıştır.

Bugün, kültürel düzeyi ne olursa olsun, herkesin, ilerleyen bilimin ışığında yeni bilgilere gereksinmesi vardır. Bu gelişmeleri bilmenin yanı sıra, temel konuları özümlemek, XX. yüzyılı yaşayan bizlerin vazgeçemeyeceği bir gerçektir.

BİLİM DÜNYASI
ANSİKLOPEDİSİ'nin II.
Cildi olarak sunduğumuz
ENERJİ'yi yayınlamaktan
kıvanç duyuyoruz.



Işık enerjisinin çoğu bize Güneş'ten gelir. Işık saniyede 300.000 km yol aldığı halde diğer yıldızlardan gelen ışıkların Dünyamıza ulaşması yıllar alabilir (üstte).

Mum da kibritle ısı ve ışık enerjisi kaynaklarıdır. Kibritin başında bulunan kimyasal maddeler, enerjiyi içlerinde saklarlar. Kibriti çıktığımızda da bu enerji açığa çıkar (üstte).

Buharlı tren, türlü biçimlerdeki enerjileri bize göstermekte. Körmürün içinde bulunan kimyasal enerji buharı ısıtır, o ısı enerjisi de lokomotifin tekerleklerini döndürmek için mekanik enerji haline gelir.

Ses enerjisi güzel bir müzik, ya da insanın kulağını sağır eden bir gürültü şeklinde ortaya çıkabilir. Ses'ten hızlı yol alan uçaklar, ses dalgaları bırakırlar (üstte).

genlere kadar her maddenin kendi kütlesi ve hızıyla orantılı olarak bir kinetik enerjisi vardır.

Diğer enerji biçimleri arasında toprağı kazarken kullanılan mekanik enerjiyi, güneş ışığıyla gelen, ısı ve ışık enerjisi şeklinde ortaya çıkan güneş (radyant) enerjisini sayabiliriz. Canlı hücreler tarafından kullanılan enerji ise, gövdeye alınan besinin kimyasal enerjiye dönüştürülmüş şeklidir.

Bütün enerji biçimlerini yüksek ve düşük derecedekiler olarak kabaca iki grupta inceleyebiliriz. Elektrik enerjisi, yüksek derecede olarak kabul edilir. Çünkü kolaylıkla diğer enerji biçimlerine dönüştürülebilir, kullanılabilir. Buna karşın ısı enerjisi düşük derecededir. Çünkü fazla sıcaklığı olamayan bir ısı enerjisini diğer enerjilere dönüştürüp kullanmak pek kolay değildir.

Yerçekimi, denizden yüksek düzeyde bulunan suların denize doğru akmasını sağlar. Bu sırada içinde bulunan fiziksel potansiyel enerjiyi de kinetik enerjiye dönüştürür. Potansiyel enerji hem gerilen yayda, hem de okun kendisinde bulunmaktadır. Yay bırakıldığında da ok, hareket

eden her madde gibi kinetik enerji kazanır (üstte).

Nükleer bombanın açığa çıkardığı enerji, önündeki her şeyi yok etme gücüne sahiptir. Nükleer reaktörler ise nükleer reaksiyonları kontrol eder, onları elektrik enerjine dönüştürür (üstte).



Enerji Nedir?

ENERJİ, iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanabilir. Madde ve enerji, dünyadaki yaşamın temelini oluştururlar. Madde, enerjiden çok somut bir kavramdır. Enerji ise, maddeyi ısıtarak, hareket ettirerek ya da elektrik yükleyerek varlığını belli eder.

Enerji sürekli bir değişim ile birlikte var olur. Enerji bir durumdan başka bir duruma geçerken madde üzerinde birtakım fiziksel, kimyasal ya da biyolojik değişimler olur. Örneğin kömürün içinde bulunan kimyasal enerji, ısı enerjisine dönüşürken, kömürde de birtakım değişimler gözlenebilir. Bütün bu enerji dönüşümlerinde, toplam

enerji hiçbir zaman değişmez. Yani enerji hiçbir zaman hiçbir şekilde yaratılamaz, yok edilemez.

Enerji Biçimleri

Enerji yaratılamaz, yok edilemez demistik. Dünyada varolan enerji tutarı da hiçbir zaman değişmeyeceğine göre, enerjiden herhangi bir şekilde yararlanıldığı zaman bu enerji yalnızca biçim değişir. Dünyada çeşitli biçimlerde varolan enerjiler vardır. Bunlara örnek olarak ısı, ışık, elektrik enerjilerini gösterebiliriz. Diğer enerji biçimleri pek bilmediğimiz biçimler bile olsa, kullandığımız alanlar oldukça bilinen alanlardır.

'Potansiyel' sözcüğü, durağan enerjiyi tanımlamak için kullanı-

lan oldukça yaygın bir sözcüktür. Basit bir sapanın atışı, gerilmiş lastiğin üzerindeki potansiyel enerjinin kullanımı şeklinde açıklanabilir. Atom bombası, içinde sakladığı enerjiyle koskoca bir kenti yok edebilir. Buna karşın bir nükleer enerji istasyonu aynı güçteki enerjisini insanlığın yararına kullanır. Potansiyel enerji, bir pilin içinde kimyasal potansiyel enerji şeklinde ya da bir hidroelektrik santralinde kullanılan suyun içinde, fiziksel potansiyel enerji şeklinde bulunabilir.

Kinetik enerji, hareket halinde bulunan maddelerin içinde taşıdıkları enerji türüdür. Gözle görülmeyecek kadar küçük olan atomun çevresinde dönen elektronların uzayda kocaman bir yıldıza çevresinde bulunan gez-



Enerji Kaynakları

DÜNYAMIZDA bulunan enerjinin çoğu, şu ya da bu şekilde Güneşten gelir. İnsanların ve hayvanların beslediği bitkiler, Güneş enerjisi sayesinde yaşamlarını sürdürürler. Odunun, kömürün, petrolün içinde bulunan Güneş enerjisi de insanlar tarafından çeşitli işlerde kullanılır. İnsanlığın gelişmesi de, yeni enerji kaynaklarının bulunmasıyla sıkı sıkıya birbirine bağlıdır.

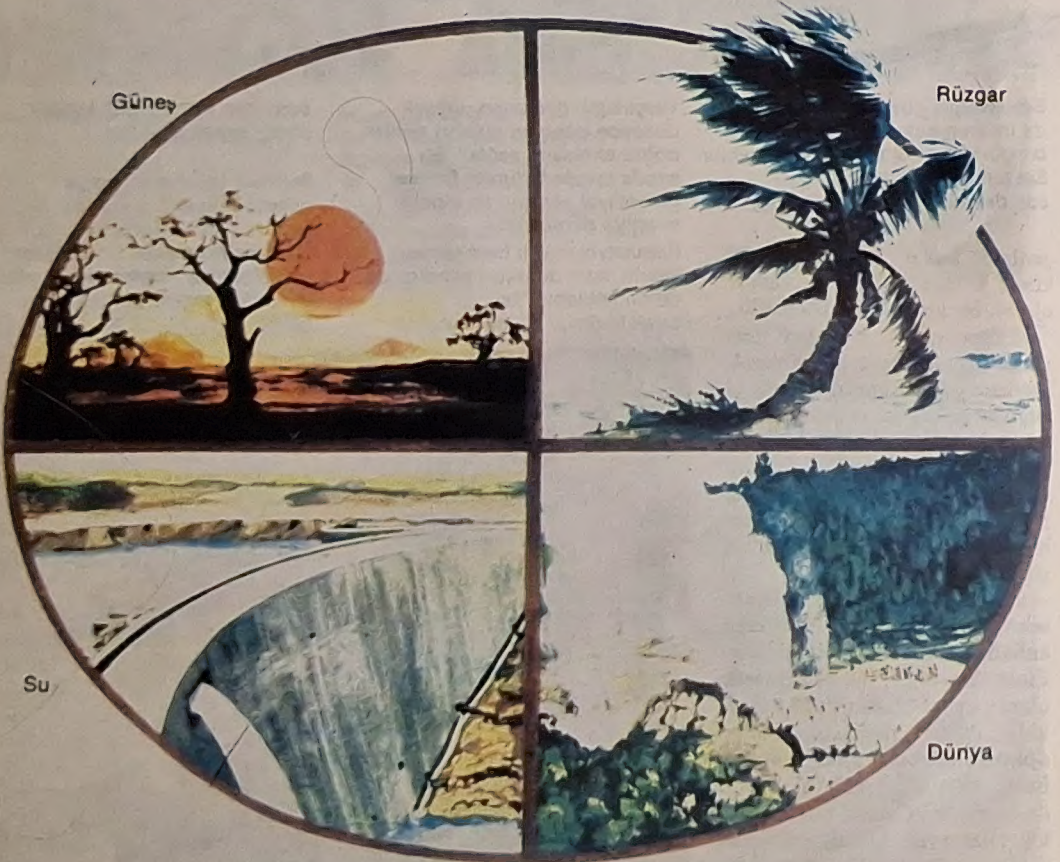
Kaynaklar

Güneş, rüzgâr, su gibi doğal enerji kaynakları, insanlığın gereksiniminin ancak çok küçük bir kısmını karşılayabilmektedir. Güneş, ısı ve ışık enerjisini pek orantılı olmayan bir biçimde göndermektedir. Ekvatorial bölgeler istenilenden çok fazla bir enerjiyle karşı karşıyayken, kutuplar bundan hemen hiç yararlanmamaktalar. Rüzgâr, yüzyıllarca yelkenli gemilerde ulaşım için; ya da yeldeğirmenlerinde, rüzgârgülllerinde buğdayı öğütmek ve su pompalamak için kullanılmıştır. Su çarkları da büyük bir hızla akan derelerde bulunan kinetik enerjiyi kullanacak bir biçime dönüşür.

Günümüzde bu doğal kaynaklardan çok daha değişik biçimlerde yararlanılması üzerine geniş araştırmalar yapılıyor. Çünkü bu doğal enerjilerin insanlık için önemi büyüktür. Bu tip enerjiler, dünya varoldukça kendilerini yenileyebilecek türden enerjilerdir. Başka bir deyişle, tükenmez kaynaklardır.

Rüzgâr enerjisi üzerinde daha geniş araştırmalar yapılırsa, rüzgârgülleri ileride çok büyük bir elektrik üretim gücü haline gelebilir. Gelecekte jeotermal enerji, yani dünyanın merkezinde bulunan ısıнын kullanılabilir bir biçime getirilmesi de önem kazanabilir. Bu enerji kaynağı da kendi kendini yenileyebilen bir

KAYNAKLAR



kaynaktır. Çünkü bir şekilde dünyanın varolması da buna bağlıdır. Kasırgalar ve dalgalarda büyük bir potansiyel enerji vardır. Ancak bu enerjilerin kullanılması için daha çok zamana gereksinim vardır. Şimdilik bu alan üzerindeki çalışmalar yetersizdir.

Yakıtlar

Yakıt, içindeki potansiyel enerji kolaylıkla ısı enerjisine dönüşebilen bir kaynaktır. İdeai bir yakıtın hem ucuz, hem de çevresini kirletmeyecek bir biçimde olması gerekir. Bugün dünyada pek çok tipte yakıt kullanılmaktadır. Ancak bunlardan hiçbirini yukarıda belirttiğimiz özellikleri

taşımamaktadırlar. Kömür, petrol ve doğal gazlar, en yaygın kullanımı olan yakıtlardır. Ama bunların hiçbirisi ideal yakıt değildir. Bu yakıtların en önemli noktası, katı, sıvı, ya da gaz halinde de olsalar, kendilerini yenileyememeleridir. Bir kez kullanıldıktan sonra, onları yeniden üretmenin hiçbir koşulu yoktur.

Nükleer enerji, insanlığın bulduğu en son ve en tehlikeli yakıttır. Bu enerji kaynağını atomdan, atom çekirdeğinin çevresindeki elektronları birarada tutmak için harcadığı güçten alır.

Başka bir yakıt da, vücudumuzda kullandığımız karbonhidrattır. Hücrelerimizin enerji kaynağıdır. Ayrıca, olmaması

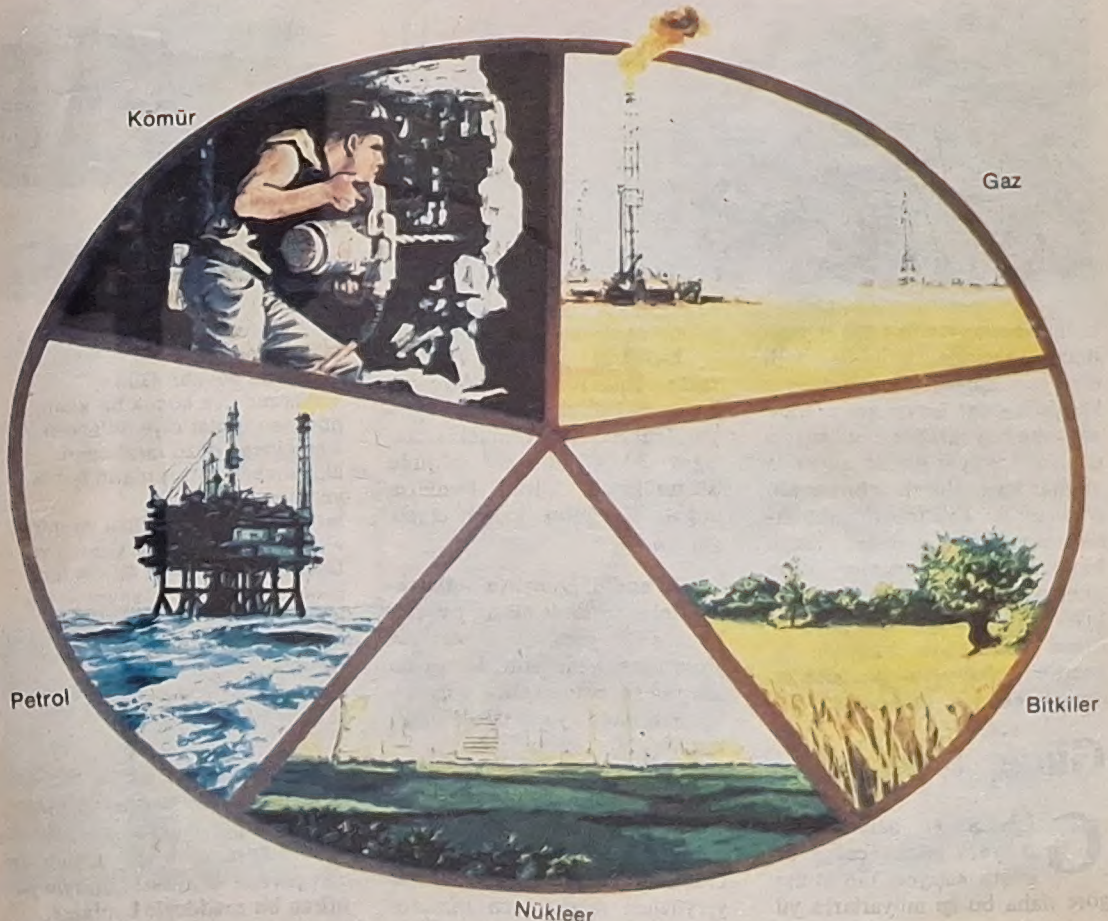
halinde insanlığın yaşamını sürdüremeyeceği tek enerji türüdür.

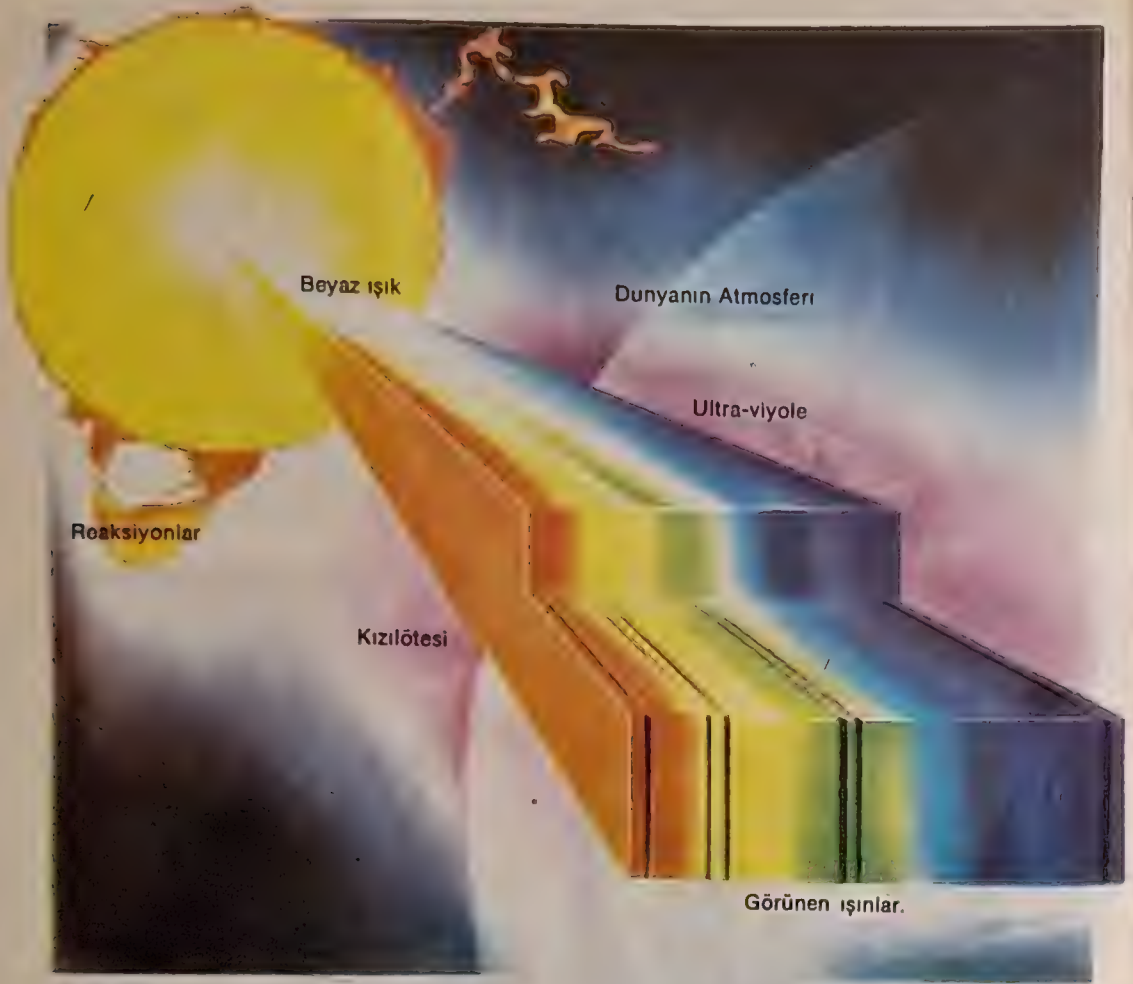
Enerji Krizi

Güneşin Dünya yüzeyine gönderdiği enerji, düşük derecede sayılmasına karşın insanlığın gereksinimlerini karşılayabilecek kadar fazladır. Ne yazık ki, bu enerjiyi kullanılabilir bir biçime sokabilen araçlar geliştirilmemiştir. Dolayısıyla bu enerjinin çok büyük bir kısmı yok olup gitmektedir. Bu enerjiyi yeterince kullanabilen tek canlı grup, yeşil bitkilerdir.

Enerji krizi, şu anda kullanılan yüksek derecede enerjilerin hiçbirinin kendini yenileyebilecek türden olmaması ve şu anda

YAKITLAR





bulunan rezervlerin gittikçe azalması şeklinde kendini belli etmeye başlıyor. Bu enerjilerin hepsinin kısıtlı bir oranda olması sorunun büyüklüğünü her an için ortaya koyuyor. Ancak şu anda yapılan bazı çalışmalar bu sorunu çözme de, hafifletiyor. Bunlardan birincisi, çok değerli enerji kaynaklarının koruma altına alınması. İkincisi, nükleer ve biyolojik yakıtların gün geçtikçe önem kazanması. Yakında bu enerjiler, insanlığın kullandığı en önemli enerjiler haline gelecek.

Güneş Enerjisi

GÜNEŞ, en azından iki milyar yıldır çevresine enerji saçıyor. Görünüşe göre daha bu işi milyarlarca yıl

yapmaya devam edecek.

Birtakım karmaşık nükleer reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan bu enerji, sürekli çevreye yayılıyor. Güneşin merkezindeki sıcaklığın 20.000.000 C° olduğu düşünülürse, bütün bunların doğal olduğunu kabul etmek gerekir.

Bu enerji, Dünyaya radyoaktif ışınlar şeklinde ulaşır. Bu ışınların çoğu güneş ışığı şeklinde yeryüzüne gelir. Bir kısmı da atmosfer içinde süzülür. Eğer bu radyoaktif enerjinin yüzde 0.01'i kullanılabilir bir biçime getirilebilse, günümüz enerji gereksinimi bütünüyle karşılanabilir. **Enerji Toplayıcılar**

Enerji toplayıcıları, genelde Güneye bakan çatılara konur, ve yeryüzüne direkt inen ışınların

Güneşten gelen enerji, Dünyaya ulaşmadan önce 150 milyon kilometre yol alır. Güneş ışınlarının çok küçük bir kısmı, görünen ışınlar diye adlandırılan kısmı insan gözü tarafından algılanabilir. Bu ışınların her iki yanında da gözle farkedilmeyen kızılötesi ve ultraviyole ışınlar yer alır. Güneş ve Dünya atmosferleri, Güneşten çıkan ışınların bir kısmını kendi içlerinde süzerler. Yüzyüzüne ulaşan ışınlar da bu süzgeçten geçmiş ışınlardır (üstte).

yanısıra atmosfer içinde süzülen ışınların da enerjilerini toplayabilir. Bu toplayıcılarda en yüksek verimi kazanmak için, toplayıcının çevresi ve arkası/tümüyle yalıtılan bir maddeyle kaplanır.

Denizin üzerine yansıyan güneş ışınları, "plankton" denilen mikro organizmaların yaşayabilmesi için gerekli sıcaklığı sağlar. Zaten, bu dev enerji kaynağından tam olarak sadece bitkiler yararlanmaktadır. (sağda)

Buna karşın kullanılan yüzünde bütün ışınları emebilmesi için mat bir siyah olması gerekmektedir. Sonra bütün sistem camla kaplanır.

Siyah plakanın yansıttığı çok küçük bir miktardaki ışının yüzde ellisi, cam tabaka tarafından yeniden kullanılacak hale getirilir. Bu enerjinin yeniden kullanılacak hale getirilmesi işi yeşil ev etkisi denilen bir kavramla açıklanabilir. Yeşil evlerdeki sıcaklığın korunabilmesi de bu şekilde açıklanabilir.

Isı değişikliklerinde ise, birkaç toplayıcı gerekli sıcak suyu



sağlayabilir. Ama evlerde kullanılan yassı ısı toplayıcılar, yalnızca 100 derece santigrada kadar suyu ısıtabilir. Daha sıcak

su elde etmek içinse, aynalı toplayıcılar kullanmak, güneş ışınlarını belli bir noktada toplamak gereklidir





Su kaynaklarının yanına kurulan dev barajlar, büyük kentlerin enerji gereksinmesi sağlanıyor (ustte)

Mekanik Enerji

ENERJİ kaynaklarına göre çok çeşitlidir. Örneğin bir elektrik pilinden veya üreticiden elde ettiğimiz enerji, kimyasal enerjidir. Güneş ışınlarından sağladığımız enerji ise güneş enerjisidir. Elektrik akımından kaynaklanan enerjiye ise elektrik enerjisi denir.

Biz ilerde bütün bu enerji çeşitlerini ayrıntılı olarak inceleyeceğiz. Mekanik enerji, yeryüzünde en yaygın kullanılan enerji çeşidi olduğundan, öncelikle bu tip enerji üzerinde duracağız.

Mekanik enerji sözcük anlamının da bize verdiği gibi, bir sistemin mekanik hareketinden kaynaklanan bir enerjidir. Daha önce gördüğümüz örnekte bir yincin bir cisim yükseğe kaldırması için mekanik bir enerjiye sahip olması gerekir.

Mekanik enerji ikiye ayrılır: Potansiyel enerji ve kinetik enerji. Şimdi bu her iki tür mekanik enerjinin ne anlama geldiğini tanıtmaya çalışalım.

Dağın tepesinde duran bir taşın potansiyel bir enerjisi bulunmaktadır. Çünkü bu taş dağın tepesinden aşağı yuvarlandığı zaman bir iş yapar. Durağan bir su birikintisinin potansiyel enerjisi vardır. Suyun akmasını sağladığımızda bir iş yapmış olur. İşte sistemlerin bünyesinde, durağan durumda saklı bulunan enerjiye potansiyel enerji denir. Yani durağan bir cismin hareket etmesini sağlayan enerjiye potansiyel enerji denir.

Kinetik enerji ise potansiyel enerjinin tam tersidir. Yani hareket halindeki bir cismin durması için o cismin kinetik enerjisi olması gerekir. Hareket halindeki bir araba durduğunda, kinetik enerjiye dönüşmüş olur. Buradan anlaşılıyor ki, hareket halindeki cisimlerde de bir enerji vardır. İşte bu enerjiye de kinetik enerji denir. Bir cismin ya da sistemin kinetik enerjisinin hesabını

formüle edecek olursak şöyle bir sonuca varırız:

Kinetik Enerji = $1/2$ Cismin kütlesi x Hızı²

Formülü oluşturan elemanların birimlerini ise, şöyle belirtebiliriz:

Kinetik Enerji = Erg
Cismin kütlesi = Gram / kütle
Hız = Cm / saniye

Bir başka deyişle yani, enerjinin birimini bir üskatından hesaplamak gerekirse, şu sonucu elde ederiz.

Kinetik enerji = Joule
Cismin kütlesi = Kg / kütle
Hızı = M / saniye

Yukarıda belirttiğimiz formülleri küçük bir örnekle daha belirgin hale getirmeye çalışalım. Bir cismin kütle olarak ağırlığı 250 kg olsun. Öte yandan saatteki hareket hızı ise, 5 m/saniye olarak saptasın. Bu cismin enerjisini hesaplamak için şu işlemi yapmak gerekir:

Enerji Joule = $1/2$ 250 x 5²
Enerji Joule = $1/2$ 250 x 25
Enerji Joule = 250 x 25 / 2
Enerji Joule = 125 x 25
Enerji = 3125 joule

Nükleer Enerji

BİLİNDİĞİ gibi elementlerin artık bölünemeyecek en küçük parçalarına atom denir. Atom bir çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan oluşmaktadır. Bu devrim bir gezegenler sisteminde olduğu gibidir. Çekirdek nükleonlardan, nükleonlar da nötron ve protonlardan oluşmaktadır. Elektron, nötron ve proton sayısı elementlere göre değişmektedir. Buraya kadar atomun yapısını inceledik. Şimdi de atom enerjisinin nereden kaynaklandığını görelim.

Atomun çekirdeği parçalandığında çok yüksek bir ısı ortaya çıkar. İşte atom enerjisinin kaynağı budur. Atom enerjisi ya da bir başka deyişle nükleer enerjinin elde edilmesi için genellikle iki element kullanılır. Bunlar Uranyum ve Plütonyumdur. Bu element atomlarının çekirdekleri parçalanarak, enerji elde edil-

mektedir. Bu enerjiyi ilk kez John Cockford bulmuştur. Cockford kendi buluşu olan bir makineyle protonların hareketini olağanüstü bir hız düzeyine ulaştırmış, böylece atomları proton bombardımanına bağlayarak, parçalara ayırmayı başarmıştır. Protonların hızına hâkim olan bu aygıt da proton akseleratörü adı verilmiştir. Zamanla bu alet çok gelişmiştir. Günümüzde çok daha karmaşık ve komplike aletler atom çekirdeğinin parçalanmasında kullanılmaktadır.

Günümüzde nükleer enerji denince akla silah geliyor. Çünkü nükleer enerjiden çoğunlukla silah sektöründe yararlanılmaktadır. Nitekim yakın tarihimizde nükleer enerjinin binlerce insanın ölümüne yol açtığına da tanık olduk. Örneğin bir atom bombası en tehlikeli silahlardan biridir. Deneme dışında iki kez kullanılmış ve yakın tarihimizde binlerce kişinin ölümüne neden olmuştur. Atom bombası ilk kez 16 Temmuz 1945 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Alamo-gordo kentinde deneme amacıyla patlatılmıştır. Bu patlamada bir

plütonyum kütlesi içinde çok zincirleme tepkime olduğu görülmüştür. Bu bombanın çok güçlü bir silah olduğunu anlayan Amerikalılar, İkinci Dünya Savaşı'nda Japonya'ya karşı iki kez kullanmışlardır. Birinci bomba Hiroşima'ya, ikincisi ise Nagazaki'ye atılmıştır. Daha sonra hiç kullanılmamıştır. Fakat nükleer silah veya stratejik silah adını verdiğimiz bu bombalar, sürekli üretilmiş ve özellikle süper devletler tarafından depolanmıştır.

Biz yeniden nükleer enerjiye dönelim. Günümüzde nükleer enerjiden başka amaçlar için de yararlanılmaktadır. Çeşitli ülkeler, kurdukları dev nükleer santrallerde bu enerjiden yararlanmaktadırlar. Yalnız son yıllarda nükleer enerjiye karşı bir tepki baş göstermiştir. Bu da nükleer enerjinin bazı tehlikeli sonuçlar doğurmasıdır. Bu enerji elde edilirken radyoaktivite adını verdiğimiz çok güçlü ışınlar yayılmaktadır. Bu ışınlar sadece canlılar üzerinde değil cansız varlıklar üzerinde de onarıcı olanaksız zararlar doğurmaktadır. Örneğin yapılan tüm nükleer

Nükleer enerji barışçıl amaçlarla kullanıldığında, önemli bir kaynaktır. (altta)



denemeler sonucu radyoaktivite adını verdiğimiz alfa, beta ve gama ışınları, açığa çıkmakta ve hızla atmosfere yayılmaktadır. Yatay olarak da ilerleyen bu ışınlar, önlerine çıkan canlı ve cansız varlıkları etkilemektedir. İstenildiği kadar kutuplarda ve çöllerde yapılınsın, bu denemelerin kesinlikle olumsuz etkisi olmaktadır. Ve olumsuz etkiler günümüzde, ortaya çıkmaktadır. İşte insanlar bu duruma tepki göstermekte ve nükleer enerjiye karşı kampanyalar başlatılmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde patlayan bir nükleer enerji santrali, çevreyi büyük oranda tedirgin etmiş ve bölge halkının göç etmesini sağlamıştır.

Ülkemizde nükleer araştırmalar pek büyük boyutlarda değildir. Yıllardır İstanbul'un Halkalı semtinde bir nükleer araştırma merkezimiz çalışmalarını sürdürmektedir. Yalnız çalışmaları sınırlıdır. Yalnız geçtiğimiz yıl iki Amerikan, bir de Kanada firmasıyla anlaşma yapılmış ve yurdu-muzda da nükleer santrallerin kurulmasına başlanmıştır.

Rüzgâr Enerjisi

RÜZGÂR enerjisi günümüzde pek fazla yararlanılan bir enerji çeşidi değildir. Rüzgârın esiş gücünden elde edilen bu enerji çeşidi, eski çağlarda uzun süre insanlara yararlı olmuştur. Rüzgâr enerjisine verilecek en basit örnekler yel değirmenleri ve yelkenli gemilerdir. Yelkenli gemiler sadece spor ve eğlence için kullanılmakla birlikte, yel değirmenleri hâlâ çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu enerjiden yararlanılma sistemi şöyledir.

Rüzgâr belli aralıklarla, belli yönlerden esmektedir. Esen rüzgâr, yel değirmeninin pervanelerini ya da bir geminin yelkenlerini iter. İtince hareket sağlar. Delaiysıyla bir enerji elde edilmiş olur.



Bugün Hollanda'da yaklaşık 20 bin, Amerika Birleşik Devletleri'nde ise 150 bin yel değirmeni bulunmaktadır. Buradan anlaşıyor ki, yel değirmenleri hâlâ dünya üzerinde varlığını korumaktadır.

Rüzgâr enerjisi sadece yel değirmenleri ve yelkenli gemiler olarak düşünülmemelidir. Başka kullanım alanları da vardır. Aynı yel değirmeni sistemiyle çalışan jeneratörler vardır. Örneğin bu jeneratörlerden ayrıca elektrik enerjisi de elde edilir. Bu jeneratörlerin çalışma sistemi şöyledir.

Rüzgâr pervaneleri döndürür. Pervanelerin miline bağlı olan

jeneratör dönmeye başlar. Böylece jeneratörden elektrik akımı elde edilir. Buna benzer birçok yararlanma yöntemleri hâlâ geçerliliğini korumaktadır. Özellikle düzenli esen rüzgârların bulunduğu ülkeler, çok daha ekonomik olan rüzgâr enerjisinden bir hayli yararlanmaktadır. Bunlar arasında Kuzey Avrupa ülkeleri ile Sovyetler Birliği başta gelmektedir.

Ülkemizde de rüzgâr enerjisi hâlâ kullanılmaktadır. Anadolu'nun birçok kentinde yel değirmenleri bulunmakta ve tahıl bu değirmenlerde una dönüşmektedir.

GÜNEŞ, belligibi enerji kaynaklarımızdan biridir. İnsanin varoluşuyla birlikte yararlanmaya başladığı kaynaktır. Güneş her şeyden önce bir ısı ve ışık kaynağıdır. Onun yaydığı ısıyla soğuktan korunuruz. Onun aydınlatıcı gücüyle çevremizi görme olanağına kavuşuruz.

Güneş'e yakın zamana kadar bir enerji kaynağı gözüyle bakılmamıştır. Tekniğin ilerlemesi sonucu, enerjiye duyulan gereksinim, bir anda Güneş'i ön plana çıkarmıştır. Öteki enerji kaynaklarının gitgide tükenmesi, ya da çok pahalı olması nedeniyle insanlar Güneş'ten enerji kaynağı olarak yararlanma yollarını aramışlardır. Bunda Güneş'in, doğal bir ısı ve ışık kaynağı olmasının da payı büyüktür.

Güneş enerjisinden yararlanmak için, son zamanlarda büyük çabalar harcanmaktadır. Özellikle güneş ışınlarının yaydığı ısı depolanarak, kullanılmak istenmektedir. Bu depolanan ısıdan daha sonra yararlanılmaktadır. Bu konuda ileride daha ayrıntılı bilgiler vereceğiz.

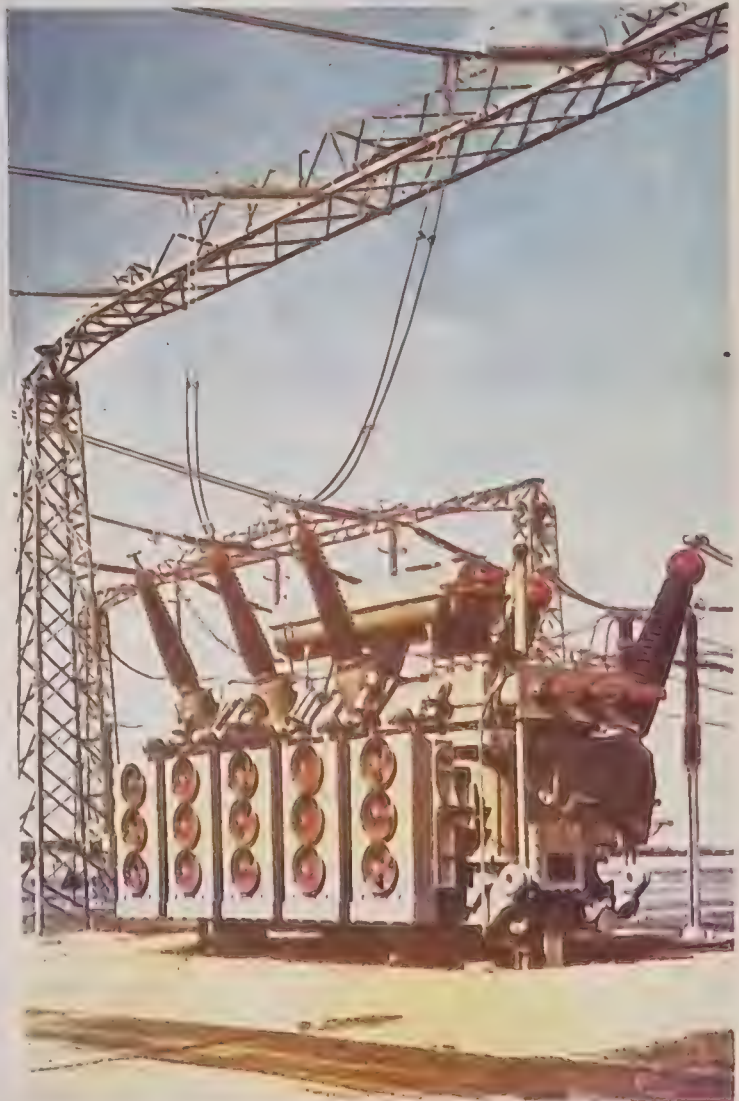
Elektrik Enerjisi

ELEKTRİK, atom çekirdeğinin çevresinde dönen elektronların yer değiştirmesinden elde edilir. Elektronların hareket edebilmesi için, iletken dediğimiz maddeler gerekmektedir. Bu iletkenler elektronca zayıf olan bölgeye elektron akımını sağlarlar. Bu konuya biraz açıklık getirelim. Bir dağın tepesindeki taşın potansiyel enerjisi olduğunu görmüştük. Bu taş, dağın tepesinden aşağı yuvarlanınca, kinetik enerjisi olduğunu görmüştük. Bu taş,

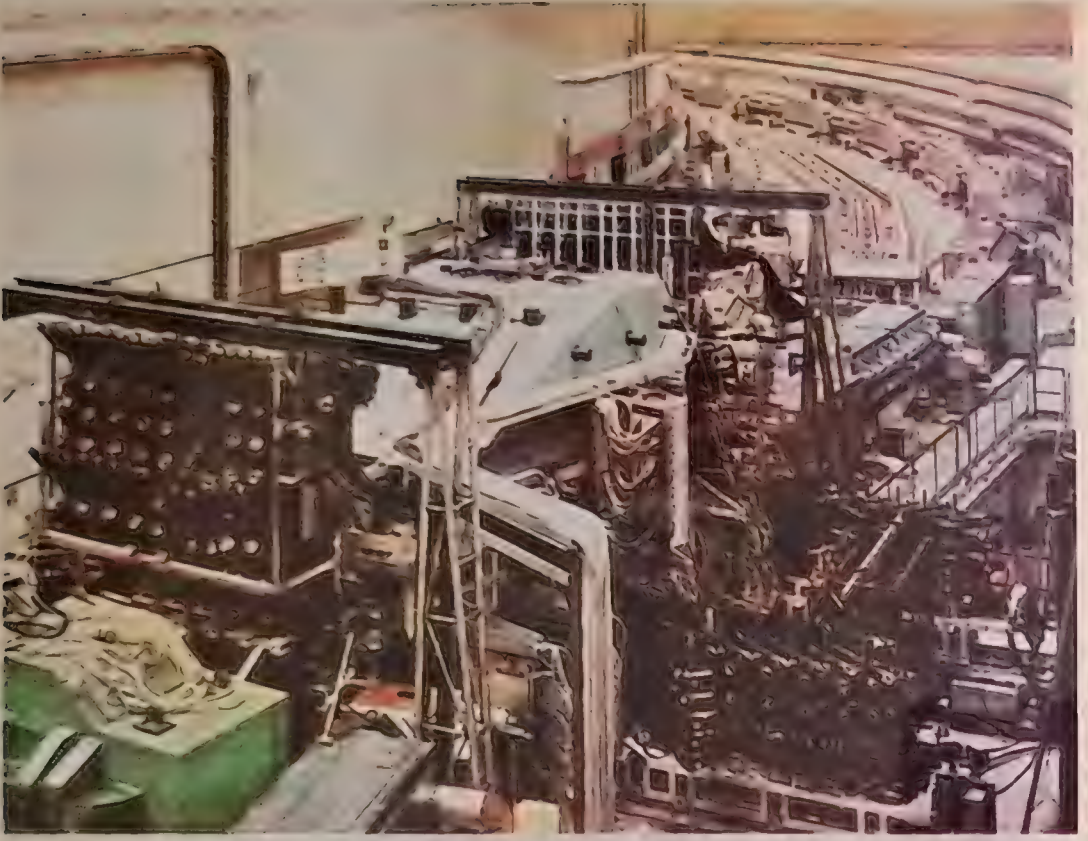
dağın tepesinden aşağı yuvarlanınca, kinetik enerjiye dönüşür. Yani bir iş yapar. İşte bir elektriğin de potansiyel enerjisi vardır. Elektrik akımı sağlandığında, bu enerji kinetik enerjiye dönüşür ve bir iş yapar. Bu akım nasıl sağlanır? A bölgesini elektron miktarı bakımından zayıf bir bölge olarak kabul edelim. B bölgesi ise, elektron bakımından güçlü bir bölge. Burada elektron akımı B bölgesinden A bölgesine doğru olacaktır. Elektron akımı da bir iletken aracılığıyla sağlanacaktır. İşte elektrik enerjisi bu akımdan elde edilir.

Elektrik akımı ya da enerjisi, kimyasal ve mekanik enerji kullanılarak elde edilir. Önce kimyasal enerjiden nasıl elektrik enerjisi elde edilebileceğini öğreneelim.

Bunların en basit örnekleri piller ve akümülatörlerdir. Pili ilk bulan Alexander Volta adlı bir İtalyan fizikçisidir. 1790 yılında bulduğu bu pile, Volta pili denmektedir. Çok basit bir pil olan Volta pili içinde asitli su bulunan bir kap, bir çinko, bir de bakır çubuktan oluşmaktadır. Cam bir kabin içine sülfat asidi ve su koyalım. Bu suyun içine bir çinko



Günümüz teknolojisi kullanılarak yapılmış dev bir elektrik trafosu (sağda)



bir de bakır çubuk daldıralım. Her iki çubuğun ucunu, suyun dışında kalacak biçimde bir bakır telle birleştirelim. Bu telin ortasına bir Voltmetre bağladığımızda, 1 voltluk bir gerilim farkının ortaya çıktığı görülür. Sulu pil ya da Volta pili diye adlandırdığımız bu üreteç, en basit elektrik enerjisi kaynağıdır ve kimyasal enerjiden yararlanılarak elde edilmiştir. Elektronlar çinko çubuktan bakır çubuğa doğru yol almıştır. Elektrik akımı ise, bunun tersi yöndedir. Yani bakır çubuktan çinko çubuğadır. Akımın çıkış ucu daima pozitif (+) gittiği yön ise, negatif (-) kutup olarak kabul edilir.

Elektrik akımını gözle görmek elbette olanaksızdır. Onu ancak etkileriyle fark edebiliriz. Bu etkiler üç çeşittir. Isı etkisi, manyetik etki ve kimyasal etkisi. Elektrik akımının yol aldığı iletici

elimizle tuttuğumuz zaman, ısındığını görürüz. Buna elektriğin ısı etkisi denir. Elektrik ocakları bunun en belirgin örneğidir. Üzerinden elektrik akımı geçen bir iletkenin yanına, bir pusula koyduğumuzda, pusula ibresinin teledikey hale gelmeye çalıştığını görürüz. Buradan da anlaşılıyor ki, elektriğin manyetik bir etkisi vardır. Elektrik akımı bazı maddelerin ayrışmasını sağlar. Suyun içinden elektrik akımı geçirdiğimizde, negatif kutupta iki atom hidrojen, pozitif kutupta da bir atom oksijen'in açığa çıktığını görürüz. İşte bu da, elektriğin kimyasal etkisidir. Bu üç etki nedeniyle biz, elektrik akımının varlığını anlıyoruz.

Elektrik devresinden bir saniyede geçen elektrik miktarının ölçüsüne elektriğin şiddeti denir. Birimi ise Amper'dir.

Kimyasal elektrik enerjisi elde

etmenin yollarından biri de, akümülatörlerdir. Akümülatörler iki çeşittir: Kurşunlu akümülatörler ve demir-nikelli akümülatörler. Önce kurşunlu akümülatörleri inceleyelim. Suyun içinde eritilmiş sulfat asidini, genişçe bir kaba koyalım. Kafes gibi delinmiş kurşun levhaların deliklerini, kurşun oksitleri ile dolduralım. Bu levhaları kabın içine simetrik olarak dizelim. En baştaki ve en sondaki levhalar, akümülatörün kutuplarıdır. Demir nikelli akümülatörlerin farkı ise, elektrolit olarak suda eritilmiş potasyum hidroksit, elektrot olarak da nikel oksit ve demir kullanılmasıdır. Akümülatörler artık enerjiyi depolayıp gerektiğinde hizmete sokması açısından önem taşımaktadır. Kara taşıtlarında, uçaklarda, laboratuvarlarda olmak üzere, geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Manyetik enerjiden elektrik

enerji elde etmeye gelince; bunun için iki yol vardır. Doğru akım elde etmek için dinamolar, alternatif akım elde etmek için de alternatörlerden yararlanılır. Önce dinamo­ların çalışma ilkesini inceleyelim. Elektrik akımının manyetik etkisini daha önce görmüştük. Yani elektrik akımının geçtiği iletkenin çevresinde, bir manyetik alanın oluştuğunu biliyoruz. İşte bu manyetik alandan yararlanarak elektrik akımı elde edebiliriz. Basit bir dinamo örneğinde bunu görelim:

Önce ortası delik bir mıknatıs alalım. Bu mıknatısın delik kısmına üzerinde özel sarmırlar bulunan döner bir bölüm geçirelim. İşte bu döner bölümün hareket etmesi sonucu meydana gelen manyetik alan, bir başka deyişle endüksiyon, elektrik akımı elde etmeye yarar. Sabit kısma endükleyen, döner kısma da endüklenen denir. Manyetik alan, endükleyenle endüklenenin ters yönünde gelişir. Endüklenen kısma değen bir fırça aracılığıyla elektrik akımı toplanır ve kullanılacak olan devreye verilir. Bu basit bir dinamodur. Doğru akım üretir

Alternatif, yani dalgalı akım elde etmek içinse, alternatörler kullanılır. Alternatörlerin özelliği döner kısma, yani endüklenene bağlı iki bilezik ve bunlara değen iki fırçanın bulunmasıdır. Böylece her 90°'lik dönmelerde, değişik yönde akımlar oluşur. Periyotları değişik bu akıma da, alternatif, ya da dalgalı akım adı verilmiştir. Genellikle kullanılan da alternatif akımdır. Evimizde kullandığımız elektrik akımı alternatif akımdır.

Elektrik enerjisi üreten aygıtları genel olarak gördükten sonra, dünyada büyük çapta elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini gözden geçirelim. Elektrik enerjisi santrallarda üretilir. Bu santrallar genellikle termik ya da hidroliktir. Termik santrallar adından da anlaşılacağı gibi, ısı enerjisiyle çalışan santrallardır. Isı maddesi olarak kömür ya da petrol kullanılmaktadır. Son zamanlarda petrollü elektrik



santralları, kömürlüye çevrilmektedir. Çünkü petrolden elde edilen elektrik çok pahalı olmakta ve ülke ekonomilerini güç durumlara düşürmektedir. Kömür nispeten daha ucuz olmakta ve elde edilen elektrik enerjisi de o oranda bol kullanılmaktadır. Termik santrallara bir örnek verecek olursak, İstanbul ve çevresini besleyen **Ambarlı Termik Santrali**, ülkemizdeki en büyük termik santraldır.

Hidrolik santrallara gelince: Bu santrallar suyun itme gücünden yararlanılarak elektrik enerjisi üretmektedirler. Büyük akarsuların üzerine kurulurlar. Bu konuda ülkemizde en büyük hidrolik santral, **Keban Barajı**'ndaki santraldır. 'Fırat Nehri üzerinde kurulan bu dev barajda sular birikir. Biriken sular, zaman zaman kapaklar açılarak

santraldaki türbinlere gönderilir. Hızla akan su türbinleri döndürür. Türbinlere bağlı üreteçler de, elektrik enerjisi üretirler. Bu enerji daha sonra çeşitli dağıtım araçlarıyla gerekli yerlerde kullanılmak üzere gönderilir.

Elektrik santrallarında üretilen elektrik, iletkenler aracılığıyla dağıtılır. Bu iletkenler iki şekildedir. Biri havai tesisler, diğeri yeraltı tesisleri. Havai tesislerle yani direklerin tepesine gerilen teller aracılığıyla, elektrik akımı istenilen yere iletilmektedir. Yeraltından iletim ise gene kablolar aracılığıyla yapılmaktadır. Kablolar toprak altına döşenir ve iletilmek istenen yere bu yolla gönderilir.

Elektrik enerjisi dünyada en çok kullanılan enerji çeşididir. Aydınlanmadan tutun da, ısınmaya kadar tüm alanlarda yarar-

lanılır. Diyebiliriz ki her şey elektrige bağlıdır. Sanayinin en büyük dayanağı elektriktir. Tüm tesisler çeşitli yollarla elde edilen elektrikle çalışır. Dünyada en fazla elektrik üreten ülkeler Amerika Birleşik Devletleri ile Sovyetler Birliği'dir. Onlar bile zaman zaman enerji darboğazı ile burun buruna gelirler. Elektrik enerjisi de, daha ilerdeki bölümlerde ayrıntılı olarak inceleyeceğiz.

Isı Enerjisi

HERHANGİ bir cisme dokunduğumuzda onun sıcak ya da soğuk olduğunu hemen anlarız. Cisimlerin arasında sıcaklık açısından böyle bir fark vardır. İşte bu farka fizik dilinde sıcaklık denir. Isı ise farklıdır. Cisimlerin moleküllerinde saklı bulunan kinetik enerjinin toplamına ısı denir. Bunu bir örnek ile açıklaştıralım:

Bir kazan su kaynatalım. Bu kazanın içindeki sudan bir tas alalım. Kazandaki suyla tastaki suyun sıcaklıkları aynıdır. Gelgelelim ısıları farklıdır. Çünkü kazandaki suda, tastaki suya oranla daha fazla kinetik enerji saklıdır. İşte bu kinetik enerjilerin toplamı o cisimlerin ısıyla orantılıdır. Bir mum alevi, bir çaydanlıktaki sudan daha sıcaktır. Ama çaydanlıktaki suda, daha fazla ısı vardır. Yani ısı

cisimlerin kütleleriyle de orantılıdır.

Bilindiği gibi cisimler sıcakken soğuyabilirler, soğukken de ısınabilirler. Hatta zamanla cisimler aynı sıcaklığa bile gelebilirler. Bunu gözlemlerimizden fark edebiliyoruz. Isı cisimlerin erimesini, hatta buharlaşmasını sağlar. Isı vasıtasıyla bir demiri eritip, daha sonra da buharlaştırabiliriz. Isının bu özelliklerinden yararlanarak mekanik ve kimyasal enerjiler elde edebiliriz. Mekanik enerjiye bir örnek verelim:

En basit örnek, kara tren dediğimiz buharlı trendir. Yani buharlı trenin çalışmasını sağlayan, buharlı motordur. Çalışma ilkesi ise şöyledir. Bir kazanda ısınan su buharlaşır. Buhar çeşitli borulardan motorun istopunun bulunduğu bölüme gelir. Buharın itme gücü vardır ve bu güç pistonu iter. İşte bu pistonun ileri geri hareketinden mekanik bir enerji elde edilir. Buhar türbinleri de ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşmesi ilkesiyle çalışır

Püsküren buhar, türbinleri çevirir. Türbinlerden de mekanik enerji elde edilir.

Cisimlerin ısı aracılığıyla çeşitli hal değiştirmeleri ve bu değiştirmeler sonucu karışımlar, alaşımlar, yeni yeni maddeler elde edilmesi de, ısı enerjisinin, kimyasal enerjiye dönüşmesi demektir. Geniş bir kullanım alanı yoktur.

Biz gelelim ısı kaynaklarına. En önemli ısı kaynağımız Güneş'tir. Güneş ışınları sayesinde Dünyamızda mevsimler değişir, gece ve gündüz arasındaki ısı farkı ortaya çıkar. Ayrıca en önemli yakacak maddemiz olan odunun sağlanması da, güneşe bağlıdır.

Çünkü ağaçlar Güneş ışınlarından yoksun kaldıkları takdirde, gelişemezler. Mekanik enerjiden de ısı elde edilir. Soğuk bir havada ellerimizi hızlıca birbirine sürttüğümüzde ısındığını görürüz. Mekanik bir hareket sonucu, ısı sağlanmış olur. Bir tahtayı kesen testerenin sürtünen yüzü ve kesilen tahtanın testereye değen kısmının da ısındığını görürüz. Bir matkapla deldiğimiz yer de ısınır. İşte bütün bunlar, mekanik hareketlerin, yani mekanik enerjinin ısıya dönüşmesinin örneğidir. Elektrik enerjisi de ısıya dönüşebilir. Bunun birçok örnekleri vardır. Örneğin yanan bir ampule elimizi değdirdiğimizde çok sıcak olduğunu görürüz. Ampulün içindeki flaman yanarken ısınır ve dışarıya bir sıcaklık verir. İşte bu elektrik enerjisinin ısıya dönüşmesidir. Elektrik ocakları, elektrik sobaları, elektrik ütüleri hep elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi ilkesine dayanarak yapılan aletlerdir.

Yerin altına, üstünden daha sıcak olduğu bir gerçektir. Bunu çeşitli örneklerle kanıtlayabiliriz. Örneğin yarıdağlardan fışkıran lavlar yeraltından gelmektedir. Toprağın derinliklerinde bulunan erimiş madenler, zamanla yeryüzüne fışkırlar. Bir süre sonra da soğuyarak donarlar. Yeraltından çıkan sıcak sular, kaplıcalar hep toprak altına ısı olarak daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Maden ocaklarının derin katmanlarında ısının giderek arttığı gözlemlenmektedir

Kimyasal maddelerden yararlanılarak da ısı elde edilir. Bunun için yanma gerekmektedir. Petrol, odun, kömür gibi maddeleri yakarak ısınırız. Bunların yanı sıra alkol de yanıcı bir maddedir.





Yakın zamana kadar ispiroto ocakları kullanılmaktaydı. Halen kullanmakta olduğumuz havagazı bile ısı, yani yanma ile elde edilen bir kaynaktır.

Daha önce, nükleer enerji konusunda da gördüğümüz gibi, atom çekirdeğinin parçalanması sonucu ısı elde edilir. Bu ısı diğer kaynaklara oranla çok daha güçlüdür. Stratejik silahlar ve nükleer santrallerde elde edilir. Isının birikimi kalordir. Kalorinin katları ve askatları vardır. Kalori, bir gramsuyun ısısını 1 dereceye yükselten ısı miktarıdır.

Cisimlerin her birinin ayrı ayrı ısıtma ısıları vardır. Yani demirin ısıtma ısısı ile suyun ısıtma ısısı farklıdır. Isıtma ısıları cisimlerin ısılarını hesaplamak açısından çok önemlidir. Bir cismin kütle birimini 1 derece ısıtan ısı miktarına ısıtma ısısı denir. Bazı cisimlerin ısıtma ısıları şöyledir: Demir-0, 113, Bakır-0, 093, Gümüş- 0, 056, Alkol-0, 615, Civa-0, 033, Buz-0, 500, Alüminyum-0, 217, Naftalin-0, 416, Sodyum-0, 293.

Isının hesaplanması ise şöyledir:

Isı miktarı = Isıtma ısısı (Sonrakı sıcaklık - İlk sıcaklık)

Sonuçta ısı miktarı Kalori olarak çıkar.



Bu ev, iki pervaneli bir jeneratör ve solar tabakalarla ısıtma ve ışıklandırma sistemi

için iki enerjiden yararlanıyor. Çok kuvvetli ruzgârlar, kanatların kırılmasına neden olabilir

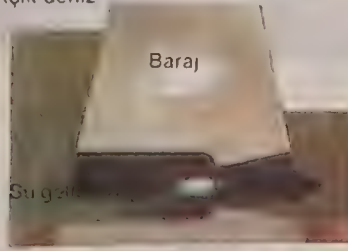
RANCE GELGİT SEMASI



Bu, Rance gelgit güç istasyonunun bir şemasıdır. Gelgit sırasında sular, türboları çalıştırır ve bu şekilde elektrik üretilir (üstte)

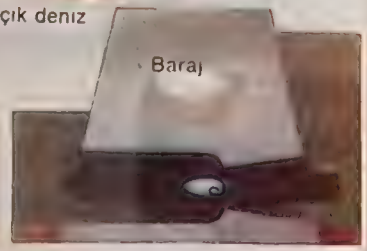
Görülmemiş büyüklükteki Kaprun Barajı, Avusturya'da Hohe Tauern bölgesinde bulunmaktadır. Bu barajın

Açık deniz



altında bulunan jeneratörler, hızla akan suyun içindeki kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler (altta)

Açık deniz



Buraya kadar enerji konusunu ilgili alanları içinde genel hatlarıyla incelemeye çalıştık. Şimdi de bunları ayrıntılı olarak ele alalım.



Su Enerjisi (Gücü)

GÜNÜMÜZDE mühendislik alanında yapılan en yoğun çalışmalar, hidroelektrik barajlar üzerinedir. Bir zamanlar su üzerine yerleştirilen çarklarla mekanik enerjiye dönüştürülerek kullanılan kinetik enerji, şimdilerde barajlarda bulunan türbinler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülüyor. Suyun içinde bulunan kinetik enerji, günün teknolojisine göre değişik biçimlerde kullanılıyor.

Hidroelektrik

Hidroelektrik barajlar, çok basit bir ilkeyle çalışırlar. Barajın tabanında bulunan döner türbinler ile yukarıda bulunan su deposu arasındaki yükseklik ne kadar fazla olursa, elde edilecek enerji de o kadar fazla olur.

Hidroelektrik enerji kendini yenileyebilecek bir enerji olmasına ve çevresini hiçbir şekilde kirletmemesine karşın; yine çevresinde bulunan alanları su baskını tehlikesiyle karşı karşıya bırakır. Endüstrileşmiş ülkelerin çoğu, bu barajları büyük ölçüde kullanmaktadır. Örneğin Kanada, elektrik enerjisinin yüzde 75'ini bu şekilde elde eder. Bu barajlar, çevresi pek kullanılmayan bölgelere yapılmıştır. Bu bölgelerin çevresinde bir yerleşim bölgesi olmadığı için de barajlara daha fazla para harcanmaktadır.

Barajların en önemli özelliği, enerji depolama kapasitelerinin olmasıdır. Enerji isteğinin fazla olmadığı zamanlarda, barajın aşağı kısımlarına akan su, yeniden yukarı pompalanabilir. Böylece, enerji isteğinin çoğaldığı zamanlarda, önceden depolanmış olan bu enerji kullanılabilir.

Gel Git'ler

XII. yüzyılda, İngiltere gelgitlerden yararlanmak için kıyıya su çarkları yerleştirmişti. Bugün Fransa kıyılarında bulunan St.



Molo yakınlarındaki Rance elektrik istasyonu, dünyadaki benzerlerinin en büyüğüdür. Bu kıyıda günde iki kez meydana gelen gelgit olayından 240.000 Watt'lık bir elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Ayrıca kıyıya yerleştirilen jeneratörler yardımıyla gelgitteki suyun akışı artırılmakta, gerektiği zaman kullanılmak üzere enerji depolanmaktadır.

Şimdi pek çok ülke, buna benzer bir enerji istasyonu kurma çalışmalarına başlamıştır. Ancak bu tip bir istasyonun yapımı çok pahalıya mal olmaktadır.

Dalga Gücü

Dalga üzerinde bulunan kinetik enerjiden elde edilebilecek enerjinin tutarı, hava koşullarına göre sürekli değişir. Ancak yapılan hesaplara göre yerleştirilen dalgakıranın her metresinden ortalama 50 kilovat güç elde edilebilmesi olasıdır. Yalnız günümüzde en iyi araç bile 15 kilovatlık bir güç çıkarabilmektedir. Bu tip enerji çıkarımının bir zorluğu daha vardır. Etkili bir istasyonun kilometrelerce kıyıyı bu iş için ayırması gerekmektedir. Bu da gemiciliği önemli ölçüde etkileyebilir.



Okyanusta bulunan dalgalar büyüklük, biçim, hız ve yön bakımından çok değişiklikler göstermektedir. Bu değişken enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek kolay değildir.

Rüzgâr Enerjisi

YAKIT kıtlığı, yakın zamanda ulaşımında yeniden rüzgâr gücünün kullanılması gerekli duruma getirebilir. Ancak rüzgârın yararlı olabileceği en önemli yerler, rüzgâr gücünden elektrik üretebilen yerler olacaktır. Rüzgârın eskiden kullanıldığı birkaç yer vardı.

- Yel değirmenleri ve rüzgârgüllerinden başka rüzgârdan önemli bir ölçüde yararlanan yerler

Rüzgâr yardımıyla, uzun yolculuklar kolaylıkla yapılabilmekteydi. Gelecekte bir gün yeniden yelkenli gemilerle yol almak zorunda kalabiliriz. (sağda)

yoktu. Şimdilerde ise durum değişmektedir.

Yel değirmenlerinin ana bölgesi Hollanda'dır. XVIII. yüzyıl sonlarında Hollanda'da, 20.000'den fazla yel değirmeni kullanılmaktaydı. Bu değirmenlerin bir kısmı buğday öğütmekte kullanılırken, bir kısmı da su taşıma

YEL DEĞİRMENİ



işlemleri için kullanılıyordu. Bu şekilde Hollanda'da birçok alan tarıma elverişli duruma getirilmiştir. Günümüzde ise, pek çok ülke, rüzgâr gücünden yararlanmaya başlamıştır. Örneğin 1975 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde 150.000 yel değirmeninin kullanıldığı saptanmıştır.

Yel değirmenleri, ortalama VII yüzyılda Persliler tarafından kullanılmaya başlandı. İlk olarak buğday öğütmek ve su taşımak için kullanılan bu değirmenler Avrupa'da XIII. yüzyıldan sonra kullanılmaya başlanmıştır (solda).





Rüzgâr Hızı

Rüzgârın hızını ölçen aletin adı anemometredir. Anemometrenin en çok kullanılan tipinde dikine yerleştirilmiş bir çubuğun üzerinde üç küçük kanat dönebilecek bir biçimde yerleştirilmiştir. Rüzgârın hızı ne kadar fazlaysa, kanatlar da o kadar hızlı dönebilmektedir. Ayrıca deneyimli uzmanlar tarafından oldukça doğru hız ölçümleri yapılabilir. Bu ölçümler genelde Beaufort ölçeğine göre yapılır. Bu ölçekte 0 Kuvveti rüzgârsız havayı, 12 Kuvveti de kasırgayı gösterir.

Rüzgâr gücü, hızının kübüyle (v^3) doğru orantılıdır. Yani rüzgârın hızındaki en ufak değişimler bile çıkarılan güç üzerinde büyük farklara yol açabilir. Örneğin hızın yüzde 20 oranında azalması demek, elde edilen gücün aşağı yukarı yarıya inmesi demektir. Çok hafif rüzgârlar, çoğu jeneratörü çalıştıramayacak kadar güçsüzdür. Buna karşın saniyede 30 metreden hızlı esen rüzgârlar da zararlı olabilir.

Aerogeneratör Çalışmaları

İki tip aerogeneratör vardır. Bunlardan biri yere dik olarak,

diğeri de yatay olarak çalışır. Yere dik olarak çalışan jeneratörler, bir topaç gibi dönerler. Bu yüzden her yönden gelen rüzgârla çalıştırılabilirler. Buna karşın pek etkili değildirler. Kullanımları da azdır. Geleneksel yatay çubuğa tutturulmuş, dolayısıyla da yatay olarak çalışan jeneratörler ise istenildiği kadar çok kanatta yapılabilir. Ancak son araştırmalar, iki kanatla çalışan jeneratörlerin en fazla verimi elde ettiklerini ortaya çıkartmıştır.

Çubuğun üzerine yerleştirilen tabakaların çapı ne kadar büyük

olursa, elde edilecek enerji tutarı o kadar fazla olur. Şimdiye kadar yapılmış en güçlü aerogeneratör, İkinci Dünya Savaşı sırasında Amerika Birleşik Devletlerinin Vermont bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Kanatlarının çapı 53 metre olan bu jeneratör 13.4 metre/saniye esen bir rüzgârda 1.25 megavat gücünde enerji üretmekteydi. Ancak kullanılmaya başlandıktan 23 gün sonra millerinden birinin kırılmasıyla çalışamaz duruma gelmiştir.

Fransa'da bulunan dünyanın ikinci büyük yel değirmeninde de aynı sonuçla karşılaşmıştır. Bu da göstermektedir ki, küçük boyutlarda yapılan yel değirmenleri yıllarca kullanıldığı halde, büyük olanlardan pek yararlanılmamaktadır.

Gelecekteki Kullanımı

Yel değirmenleri için en elverişli bölgeler deniz kenarları ve

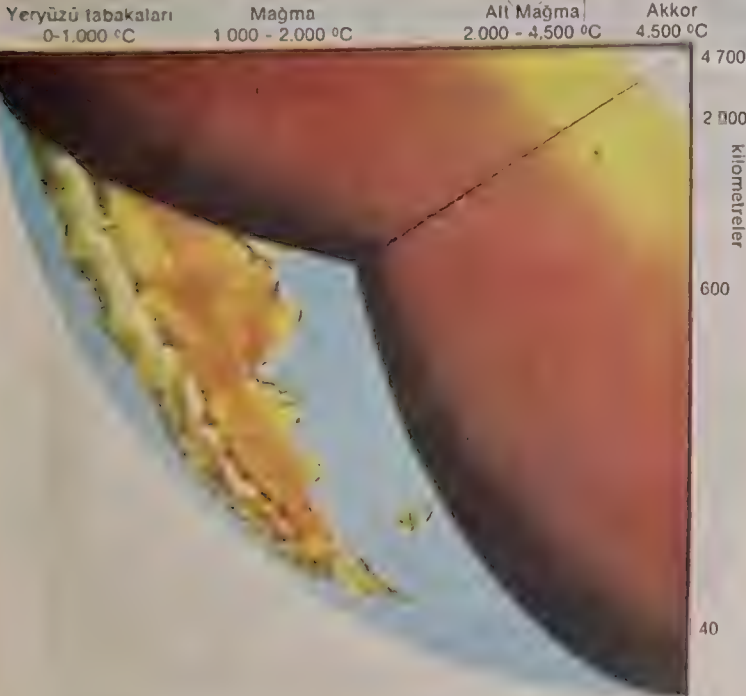
Dünyanın kesiti, sıcaklığın merkeze inildikçe nasıl arttığını göstermekte. (Altta)



dağlık bölgelerdir. Bu demektir ki, doğal koşulları yeterli olan her ülke, yakın zamanda rüzgârdan gereğince yararlanmasını öğrenebilecektir. Bu alanda yapılan çalışmaların karşısında bulunan engeller ise parasal sorunlar ve elektriği bir yerden bir yere

El Salvador'da bulunan bu jeotermal enerji istasyonu, yeraltında bulunan enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmekte (üstte)

aktarma sırasında karşılaşılan güçlüklerdir. Ayrıca havanın sürekli değişen durumu da önemli bir sorun oluşturmaktadır.



Yeryüzündeki Isı

PATLAYAN bir yanardağın ardında bıraktığı bölgeler, ayaklarımızın altında ne kadar büyük bir enerjinin saklı olduğunu en büyük kanıttır.

Yeraltı jeolojisi

Bizi magma adı verilen sıcak eriyik kayalardan ortalama 30-40 kilometrelik bir tabaka ayırmaktadır. Bu tabakanın 2.900 kilometre olduğu sanılmaktadır. Magma, hem çok derin ve sıcak olduğu için, hem de tehlikeleri yüzünden doğrudan kullanılmamaktadır. Ancak bu ısının bir kısmı yavaş yavaş üst tabakalara çıkmaktadır. Zamanla, birtakım

jeolojik hareketler, yeraltında bulunan suyun bir kısmının kayaların arasına sıkışmasına neden olmakta, sonra da aşağıdan gelen sıcaklıkla ısınan su bir sıcak su deposunu oluşturmaktadır. Bu suların bir kısmı kayaların arasından fışkırarak sıcak su kaynaklarını oluşturmaktadır.

Geotermal Enerjinin Kullanımı

Geotermal enerjinin ısıtma alanında kullanılması, eski Romalılara kadar uzanır. O zamanlardan kalmış pek çok hamam günümüzde restore edilip kullanıma hazır bir duruma getirilmiştir.

Geotermal enerji kullanımında da pek çok güçlük karşılanmaktadır. Bu enerjinin bir yerden başka bir yere aktarılması çok zor ve pahalı olmaktadır. Bu nedenle geotermal enerji kullanım alanları çok sınırlı olmaktadır. Yalnızca enerji kaynağının yakın çevresi bu kaynaktan

doğru dürüst yararlanabilmektedir. Bu kaynakların yerleşim bölgelerine yakın olması ise, büyük bir şans olarak nitelendirilebilir. Fransızlar bu bakımdan şanslıdır. Yerleşim bölgelerine yakın bulunan pek çok enerji kaynağından yakın bir gelecekte 500.000 evin ısıtılacağı düşünülmektedir.

Elektriğin Üretilmesi

1904 yılında İtalya'nın Lardarello bölgesinde Piero Conti adında bir adam, buhar makinesini jeneratöre bağlayarak ilk geotermal enerji kullanımını gerçekleştirmişti.

Sıcak buharın ya da diğer geotermal enerji kaynaklarının kullanılması için bunların türbinleri çevirebilecek kadar basınca sahip olması gerekir. Yeryüzünün birkaç kilometre altına inilerek, geniş enerji kaynakları bulunabilir. Ortaya çıkan delikten dışarı fışkıracak kaynaklardan da

kolaylıkla elektrik üretilir.

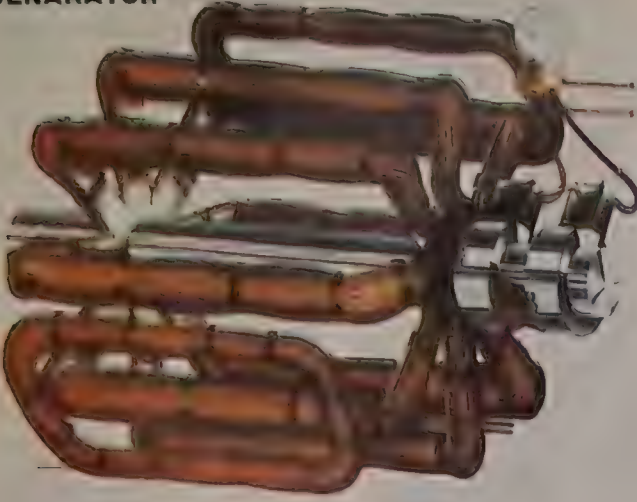
Bu tip bir istasyonun yapımı biraz pahalıya malolduğu halde, bir kez kurulan bu istasyonlar, önemli oranda elektrik üretimini uzun yıllar sürdürebilir. Günümüzde Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya da büyük jeotermal enerji istasyonları görevlerini başarıyla yerine getirmektedirler.

Geleceğin Elektriği

Şu anda yeterince jeotermal enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkeler, yer kabuğunun altında birtakım çalışmalar yapmayı düşünmektedirler. Yeraltına pompalanacak soğuk su, çevresindeki kayalardan alacağı ısıyla bir süre sonra ısınacaktır. Ancak magmadan dışarı ısının yayılması çok yavaş olduğu için, bu tip bir enerji depolaması uzun süreli bir yatırım olur. Ancak yine de kullanılacak bir duruma gelecektir.



JENARATÖR



Bu, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilen bir jeneratördür. Bir bobin manyetik alan içinde dönmeye başlayınca elektrik üretilir. Manyetik alan da bobinlerin yanlarındaki sarımlar yoluyla oluşturulur (solda)

Enerji Dönüştürücüleri

ENERJİNİN herhangi bir biçimi, kolaylıkla başka bir biçime dönüştürülebilir. Enerjinin bu değişebilme özelliği, en önemli özelliklerinden biridir. İnsanlık, sürekli olarak dünyada varolan enerjileri yeniden üretmeye çalışmaktadır. Bitkiler, ışığı depolayıp kimyasal enerjiye dönüştürürler. Bu bitkiler sonradan hayvanlar tarafından yenir. Bu uzun enerji zinciri, çok basit bir şekilde başlar ve yaşamın kendisini oluşturur.

Bir ya da birkaç arkaya birkaç dönüştürücü kullanarak hemen her enerji istenilen başka bir enerjiye dönüştürülebilir. Örneğin hidroelektrik enerji santrali elektrik enerjisini şu şekilde üretmek-

tedir. Önce depolanan suyun içinde bulunan potansiyel enerji, akan suyun içinde bulunan kinetik enerjiye dönüştürülür. Barajda bulunan türbinler ise, bunu mekanik enerjiye dönüştürürler. Jeneratörler de bu mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

Verimlilik

Kullanılan enerjinin elde edilen enerjiye olan oranı, dönüştürücünün veriminin yüzdesini

verir. Yani yüzde seksen verimle çalışan bir dinamo, kendisine verilen her 100 jüllük enerjinin 80'ini elektrik enerjisine çevirebilir. Kalan enerjinin çoğu, ısı enerjisine dönüşür, bir kısmı da ses ve mekanik enerji olarak harcanır. Pratikte yüzde 100 verimle çalışabilecek bir dönüştürücü yapmak olanaksızdır. Şu ya da bu şekilde enerjinin bir kısmı mutlaka harcanır.

İstenmeyen enerji tutarında yapılan en ufak bir azalma, verimi artırır. En iyi kayakçı, üzerinde bulunan potansiyel enerjinin olabildiğince fazlasını kinetik enerjiye dönüştürebilen; yani en iyi kayandır. Floresan lambanın verimi, diğer lambalara oranla üç kat daha fazladır, çünkü çok daha az ısı enerjisi üretmektedir. Elektrik enerjisini ısıyan flaman gibi araçlara gerek duymadan doğrudan doğruya işiğe dönüştürebilmektedir.



Bu merdivenin basamakları, sürekli dönen bir kayışa bağlanmıştır. Burada, kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüştürülmektedir (üstte)



Mekanik Enerji

HAREKET: Duran bir cisim yer değiştirdiğinde hareket etmiş olur. Cisimlerin hareketleri başka başkadır. Belki bir demiryolu üzerinde ilerleyen tren ile, o trenin içinde kompartımanlar arası yürüyen bir insanın hareketleri değişiktir. Cisimler hareket ederken belli noktalardan geçerler. İşte geçtikleri bu noktaların birleşimi o cismin hareket yörüngesini oluşturur. Cisimler hareket halindeyken bir yol katederler. Bu yol uzunluk ölçüsü birimleriyle ölçülür.

Hız: Cisimlerin bir zaman birimi içinde katettikleri yola hız denir. Zaman birimleri saniye, dakika ve saattir. Hız katedilen yolla, birim zamanın çarpımı sonucu bulunur. Örneğin bir

cisim bir saniye içinde 4 metrelik bir yol katetmişse, hızı 4 m./saniye'dir.

Bir doğru üzerinde hızı değişmeden hareket eden cismin düzgün doğru bir hareketi vardır. Eğer bir cisim, aynı zaman dilimlerinde, aynı uzaklığı katetmiyorsa değişen bir hareketi var demektir. Öte yandan bir cisim, aynı zaman dilimlerinde aynı oranda hızını değiştiriyorsa, düzgün değişen doğru hareketi var demektir.

Dinamik: Hareket ve kuvvetler arasındaki ilişkiyi inceleyen fizik dalına dinamik denir. Bu konuda en detaylı araştırmaları, ünlü bilgin Isaac Newton yapmıştır. Deneyleri sonucu dinamik ile ilgili üç kuram ortaya koymuştur. Ondan sonra gelen fizikçiler bu kuramların ışığında araştırmalarını sürdürmüşlerdir

Demiryolu üzerinde, ilerleyen tren ile, o trenin içinde kompartımanlar arasında yürüyen bir insanın hareketleri değişiktir (üstte)

Issac Newton, dinamik ile ilgili üç kuram ortaya koymuştur (altta)



Galile, ünlü Piza Kulesi'nden bırakılan cismin düşerken aldığı mesafe oranında hızının da arttığını saptamıştır.

Newton'un ortaya koyduğu birinci kuram, Eylemsizlik Kuramı'dır. Hareket için mutlak kuvvet gereklidir. Hareket halindeki bir cisme herhangi bir kuvvet etki etmediği zaman o cisim hareket etmez. Bunun tam tersi hareket etmekte olan bir cisme de, kuvvet etkisi olmadığı zaman, o cisim durmaz. Demek ki, cisimlerin hareket etmesi ve durması için kesinlikle bir kuvvet gerekmektedir.

İkinci kuram ise, Dinamiğin Temel Kuramı adını taşımaktadır. Bir cisim hareket etmektedir ve bu cisme değişmeyen bir kuvvet etki etmektedir. Bu cisim düzgün değişen doğru bir hareket yapmaktadır. Bu konuya biraz açıklık getirmek için, İvme ve kütlenin de tanımlarını yapmakta fayda vardır. Hızın bir zaman süreci içinde değişmesinin miktarına ivme denir. Cismi hareket ettiren ya da durduran kuvvetle, ivme arasındaki değişmez orana da, cismin kütlesi denir. Bu oranı formüle edecek olursak, şu sonucu elde ederiz:

$$\text{Kuvvet} = \text{Kütle} \times \text{İvme}$$

Newton'un geliştirdiği üçüncü kuram ise, Etkinin Tepkiye Eşitliği Kuramı'dır. Bir cisim, diğer bir cisim üzerine etki yapıyorsa, etkiyle karşılaşan cisim de diğeri üzerinde eşit büyüklükte ve ters yönde bir tepki yapar. Buna bir örnekle açıklık getirmeye çalışalım. Bir kaba su koyalım ve suyu da bir teraziye koyup tartalım. Daha sonra suyun içine bir cisim atalım. Su kabının ağırlaştığı, cismin ise, biraz hafısladığı görülür. Su tarafından cisme uygulanan etki, cismin ise suya uyguladığı tepkidir.

Düşme: Düşme ikiye ayrılır Serbest düşme ve yavaşlatılmış düşme. Önce serbert düşmeyi inceleyelim.



Yüksek bir yerden aşağıya doğru bırakılan bir cisim, kendi halinde yere doğru iner. İşte cismin bu hareketine serbest düşme denir. Yalnız havanın içindeki düşme, cisimlere göre değişmektedir. Örneğin bir kâğıt ile taşı aynı anda yüksekçe bir yerden aşağıya doğru bıraktığımızda, aynı anda düşmediklerini görürüz. Taş önce düşer, kâğıt arkasından... Fakat havası alınmış bir cam fanus içinde, aynı hareketi yincediğinizde ikisinin de aynı anda düştüğünü görürüz. İşte burada anlaşılıyor ki, cisimler hava içinde kütleleriyle orantılı bir düşme göstermektedirler.

Serbet düşme hakkında en çok deney yapan bilginlerden biri

de, Galile'dir. Galile bu konuda İtalya'nın ünlü Piza Kulesi'nde birtakım deneyler yapmıştır. İşte bu deneylerden biri de şöyledir. Kulenin tepesinden bıraktığı cismin, düşerken aldığı mesafe oranında hızının da arttığını saptamıştır. Tepeden aşağıya bıraktığı küçük bir cismin 1,2 ve 3 saniyede 5, 20 ve 45 metre düştüğünü görmüştür. Buradan serbest düşmenin düzgün değişen bir hareket olduğu kanısına varmıştır. Serbest düşme çok hızlı bir harekettir. Gözle izlenebilmesi olanaksızdır.

Bir cisme ağırlığından daha küçük kuvvetler uygulanırsa ve onun hareketi ağırlaştırılırsa o cismin düşüşü yavaşlatılabilir. Bu konuda deney yapan bilginlerden



At arabasını çeken at da, sırtında yük taşıyan bir taşımacı, pistonlara hareket veren bir motor gibi kuvvet harcar (üstte)

onun serbest düşme yapmasını engelleyecektir.

İş: Sırtında yük taşıyan bir taşımacıyı, arabayı çeken bir atı, pistonlara hareket veren bir motoru düşünün. Her biri kuvvet harcıyor. Ve bu kuvvet aracılığıyla hâkim oldukları cisme bir hareket veriyorlar. Bu cisimlere hareket verdiklerine göre, bir iş yapıyorlar. Buradan anlaşılıyor ki, cisimlere verilen kuvvet, o cisimleri harekete geçiriyorsa iş yapıyor demektir. İş iki ana unsurla orantılıdır. Bunlardan biri kuvvet diğeri de yoldur. Her ikisi de ne kadar büyük olursa iş de o oranda büyük olur. Bu orantıyı formüle edersek şu sonucu elde ederiz.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \times \text{Yol}$$

Şimdi sırayla iş birimlerini inceleyelim. İş birimlerinden biri Erg'dir. Bir cisim 1 Dinlik bir kuvvetle, 1 cm hareket ediyorsa, 1 Erg'lik iş yapmış demektir

Bir diğer iş birimi de kilogrammetre'dir. Bir cisim bir kg'lık bir kuvvetle, 1 metre hareket ediyorsa 1 kgm'lik iş yapılmış demektir. İş birimlerinden biri de Joule'dür. 1 Newton'luk bir kuvvet, bir cismi 1 metre hareket ettirebilmişse 1 Joule'luk bir iş yapmış demektir.

Watt/Saat de bir iş birimidir. Bir Watt/Saat, 3600 Joule'e eşittir. Genellikle elektrikte kullanılan bir birim daha vardır, o da

biri de İngiliz fizikçi George Atwood'dur. Kendi adıyla anılan bir makara aracılığıyla, bir cismin düşüşünü yavaşlatabilmiştir. Yüksek bir yere herhangi bir makara bağlayalım. Bu makaraya da bir ip geçirelim. İpin bir ucuna bir cisim bağlayalım. Diğer ucuna da, birincisinden daha hafif bir cisim bağlayalım. Ağır olan cisim aşağıya doğru düşecektir. Fakat serbest düşme olduğu kadar hızlı değil. Çok daha ağır. Çünkü ipin diğer ucuna bağlı olan cismin ağırlığı,

kilovatsaat'tir. 1 KW.h = 1000 W.h

Güç: Bir cisme bir kuvvet etki ediyor ve ona belli bir yol aldırıyor. Bunun sonucunda bir iş yapmış oluyor. Peki bu işi ne kadar bir zaman süreci içinde gerçekleştiriyor. İşte birim zaman içinde yapılan işe de, fizik dilinde güç denir. Yani güç, zaman ve işle orantılıdır. Bu tanımlı şu şekilde formüle edebiliriz:

$$\text{Güç} = \text{İş} / \text{Zaman}$$

İş birimleri beş tanedir. Şimdi teker teker bunları tanımayaya çalışalım:

Erg/saniye: Bir araç 1 Erg'lik işi, bir saniyede yapıyorsa gücü 1 Erg/saniye'dir.

Kilogrammetre/saniye: Bir araç 1 kilogrammetrelik bir işi 1 saniyede yapıbiliyorsa, gücü 1 kilogrammetre/saniye'dir.

Joule/saniye: Bir araç 1 Joule' lük bir işi bir saniyede yapıbiliyorsa gücü 1 Joule/saniye'dir. Bu birimin bir başka adı da Watt'dır.

Kilovat: 1000 Watt'lık güç birimine kilovat denir.

Beygir Gücü: Bir araç 75 kilogrammetre'lik bir işi, bir saniyede yapıyorsa, gücü 1 beygirdir.

Bir dağ tepesinden aşağıya yuvarlanan bir kaya parçasının potansiyel enerjisi vardır (altta)

Buraya kadar olan bölümler, enerji konusunun hazırlık üniteleriydi. Genellikle basit fizik kurallarından oluşan bu bilgiler, ilerki konuların daha iyi kavranabilmesini sağlayacak birer tekrardır.

Enerji: Doğada canlı cansız iş yapabilme yeteneğine sahip tüm cisimlerin, bir enerjisi vardır. Yüksek bir yerden yuvarlanan taş, hızla akan bir nehir, bir insan, hayvan iş yapabilme yeteneğine sahiptirler. O zaman bir enerjileri var demektir. Sonra cisimler ne kadar iş yapıbiliyorlarsa, enerjileri de o kadardır. Yani 25 kg'lık bir iş yapan bir cisim 25 kgm'lık bir enerjiye sahiptir. Enerjiyi tam olarak kavrayabilmek için, mekanik enerjiyi iyi bilmek gerekir. Mekanik enerji iki çeşittir. Bunlardan birincisi Potansiyel Enerji, ikincisi ise Kinetik Enerji'dir.

Dağın tepesinden aşağıya yuvarlanan bir kaya parçasının potansiyel enerjisi vardır. Bu taş yukarıdan aşağıya doğru yuvarlanınca bir iş yapar. Bir akarsu, hızla akarken önüne ne çıkarsa silip süpürür. Dolayısıyla bir iş yapar. Demek ki bir enerjisi vardır. Gerilen bir yayda enerji vardır. Çünkü bırakıldığında bir iş yapar. Bu verdiğimiz örneklerde iki ayrı durum ortaya çıkıyor.

Birinci durum ve ikinci durum. Dağın tepesinde duran taş, bir yerde biriken su ve gerilmemiş bir yay birinci durumdadır. Taşın yuvarlanması, suyun hızla akmaya bırakılması ve yayın gerilmesi ise ikinci durumdur. İkinci durumda bu cisimler iş yapabilir duruma gelmişlerdir. Yani bu cisimlere potansiyel enerji verilmiştir. Potansiyel enerjinin hesaplanması çok kolaydır. 5 kilogrammetrelik bir iş yapan cismin yitirdiği enerji de 5 kilogrammetre'dir.

Bir cisme potansiyel enerji kazandırabilmenin en bellibaşlı yolu onu yükseltmektir.

Durmakta olan bir cisme bir kuvvet uygulayalım. Ve bu cismi hareket ettirelim. Ve hızını da arttıralım. Bu arada biz belli bir miktar enerji harcamış oluruz. Fakat cismin kazandığı potansiyel enerjide ve yüksekliğinde herhangi bir değişme görülmemiştir. Sadece kinetik enerji kazandırılmıştır. Bir başka tanımını da şöyle yapabiliriz.

Hareket halindeki bir cisimi düşünelim. Bu cisim durabilmek için çevresindeki cisimleri üzerinde bir iş uygular. Buradan anlaşılıyor ki cisimler hareket halindeyken de bir enerjiye sahiptirler. İşte bu enerjiye kinetik



enerji denir. Hareket halindeki bir cismin kinetik enerjisi, kütleyle hızının karesiyle orantılıdır. Kinetik enerji hesabını formüle edecek olursak şu sonuca varırız:

$$\text{Kinetik Enerji} = 1/2 \times \text{Kütle} \times \text{Hız}^2$$

Kütlenin birimi kilogram-kütle, hızın birimi metre/saniye, enerjinin birimi de Joule'dür.

Şayet cisim düzgün değişen bir hareket yapıyorsa bunun hesabı ise değişmektedir. Örneğin cismin önceki hızı ile ikinci hızı farklıdır. Bunun için formülü değiştirmek gerekmektedir. Ve sonuçta şöyle bir formül çıkar ortaya:

$$\text{Kinetik Enerji} = \text{Kütle} / 2 \times (\text{İkinci hız} - \text{Birinci hız})$$

Enerjinin dönüşümü: Enerji türleri birbirlerine dönüşebilir. Örneğin bir kinetik enerji potansiyel enerjiye, ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüşebileceği gibi. Bir taşı fırlattığımız zaman kinetik enerjisinde büyük bir azalma görülür. Oysa potansiyel enerjisi artmıştır.

Basınç: Mekanik enerji konusunda bilinmesi gereken unsurlardan biri de basınç unsurudur. Genellikle kuvvetle basınç arasında görünürde bir benzerlik varmış gibi görünür ama, ikisi de ayrı ayrı şeylerdir. Bir yüzeye etki eden kuvvete basınç denir. Bir masanın üzerine 1 kilo ağırlığında bir cisim koyalım. Bu cismin masaya olan etkisi o cismin ağırlığı ve kuvvetinin yüksek olmasına bağlı olamaz. En önemli noktalardan biri de o cismin yüzeyinin genişliğidir. Yüzey büyüdükçe kuvvetin ya da ağırlığın etkisi artar, yüzey küçüldükçe artar. Basınç hesabını formüle edecek olursak şunu elde ederiz:

$$\text{Basınç} = \text{Kuvvet} / \text{Yüzey}$$

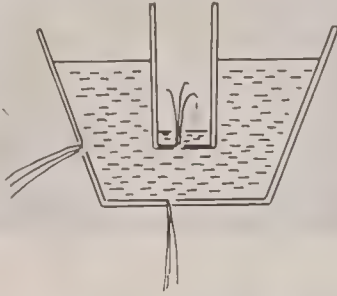
Basınç birimleri ise şunlardır: Bari: 1 Dinlik bir kuvvetin 1 cm kare'ye yaptığı basınçta denir.

Klogram/cm²: 1 klogaramlık bir kuvvetin 1 cm²'lik bir yüzey üzerine yaptığı basınçta 1 klogram/cm² denir.

Libre/İnç²: Bu basınç birimi İngiliz ölçü sistemine göre düzenlenmiştir. 1 librelilik bir kuvvetin 1 inç² üzerine yaptığı basınçta Libre/İnç² denir.

Pascal: 1 Newton'luk bir kuvvetin 1 m² üzerine yaptığı basınçta 1 Pascal denir.

Hidrostatik Basınç: Bir sıvı içinde 1 cm²'lik bir yüzeye yapılan etki hidrostatik basınçtır. Sıvılar bulundukları kabın çeperinden içinde bulunan cisimlerin yüzeyine bir kuvvet uygularlar. Bu kuvvetlerin birim yüzeyleri üzerine yaptıkları kuvvet uygulaması hidrostatik basınçtır. Basit bir örnek süzgeçtir. İçine su doldurulan bir süzgecin deliklerinden su dışarıya fışkırır. Bu suyun çepere yaptığı basıncın en belirgin örneğidir. Bu tanımdan sonra yeni bir enerji çeşidine geçiyoruz.



Hidrostatik basınç sıvıyı fışkırıtır (üstte).

Hidrolik Enerji

A DINDAN da anlaşılacağı gibi sıvıların hareketinden elde edilen enerjiye hidrolik enerji denir. Akarsuları bol ülkelerde yeterince yararlanılmaktadır, bu enerji kaynağından. Enerji kaynağı olan sıvı genellikle sudur. Hidrolik enerjiyi incelemekten önce sıvılar hakkında bazı temel bilgiler edin-

mekte yarar görüyoruz. Bunun için daha önce tanımını gördüğümüz Hidrostatik basıncın incelenmesiyle konuya girmemiz gerekiyor. Önce bir deney yapmamız gerekiyor. Bir kutunun ağzına duyarlı bir zar gerelim. Bu zarı bir basınçölçere bağlayalım. Sonra zar gerilmiş kısmı su dolu bir kabin içine batıralım. Suyun basıncı zara etki edecek ve ona bağlı basınçölçer de suyun basıncını bize belirtecektir. Sıvıların çeşitli yüzeylere olan basınçları türlerine göre değişir. Sıvılar türlerine göre çeşitli yüzeylere değişik miktarda basınç yaparlar. Bunu da bir formülle sonuca bağlayabiliriz:

$$\text{Basınç} = \text{Dikey yükseklik} \times \text{Sıvının özgül ağırlığı} \times \text{Cismin yüzeyi}$$

Taban Basıncı: Sıvılar içinde bulundukları kapların çeperine ve içine batırılan cisimlerin yüzeylerine basınç yaptığını daha önce belirtmiştik. Sıvılar aynı zamanda içinde bulundukları kapların tabanına da basınç yaparlar. Bu basınç tabanın yüzeyi, sıvının yüksekliği ve sıvının özgül ağırlığıyla orantılıdır. Bu basıncı formüle edecek olursak şu sonucu elde ederiz:

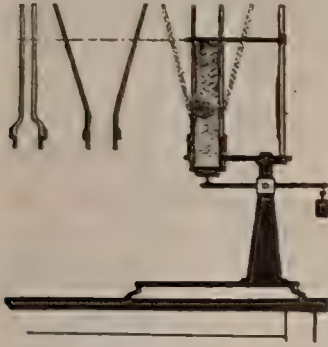
$$\text{Basınç Kuvveti} = \text{Tabanın yüzeyi} \times \text{Sıvının yüksekliği} \times \text{Taban basıncı}$$

ÇEPERLERE YAPILAN BASINÇ: Çeperlere yapılan basınçta aynı formülle saptanabilir. Yalnız bu basınçta yükseklik olarak yüzeyin ortasından su yüzüne kadar olan yükseklik ele alınır.

Sıvıların Sıkışılabilir Kapasitesi: Sıvılar katı cisimlere ve gazlara oranla daha az sıkışabilen cisimlerdir. Hatta sıvılar için, katılara oranla sıkışamaz cisimler demek yerinde olur. Buna karşın sıvılar katı cisimlere oranla basıncı daha kolay ileten cisimlerdir. Bir sopanın bir ucuna yapılan bir etki diğer ucuna aynen ulaşabilir. Örneğin bir masanın üzerine konan bir cisim

sadece masaya değdiği yüzeye basınç yapar. Oysa sıvılar kapladıkları değdikleri alanların tümüne basınç yaparlar. İşte bu özellikleri sıvıları diğer cisimlerden ayırır.

Bu saydığımız tüm özellikleri ünlü bir Fransız fizikçisi Pascal açıklığa kavuşturmuştur. Sıvılar üzerinde yaptığı sayısız deneyin sonucunda bazı prensipler ortaya koymuş ve modern fizikğin temel taşlarından birini oluşturmuştur.



Taban basınçlarını ölçen tabân terazisi (üstte).

Pascal Kuramı: Ünlü fizikçinin kuramını tam anlamıyla anlayabilmek için bir deney yapmakta yarar vardır. Bir şişe alalım içine ağzına kadar su dolduralım. Ağzına da bir mantar tıkayalım. Bu mantar aracılığıyla şişenin



Güneşin bir günlük ısısı, yaklaşık 1.5 metre yüksekliğindeki bir buzul tabakasını rahatlıkla eritebilecek güçtedir (üstte).

içindeki suya basınç uygulayalım. Belli bir süre sonra şişenin kırıldığını görürüz. Buradan anlaşılıyor ki suyun basıncı sadece mantarın alanına değil, şişenin tüm yüzeyinedir. Demek ki Pascal kuramına göre sıvının basıncı sıvının dokunduğu tüm yüzeylere eşit miktarda etki etmektedir.

Pascal prensibinin gerçekleşmesini gösteren basit bir deney (üstte).

Isı ve Sıcaklık nedir?

Yanan bir sobaya elimizi değdirirsek elimiz yanar. Bir buz parçasını tuttuğumuz zaman, elimizin hareketsiz kalacak kadar üşüdüğünü hissederiz. Kışın soğuk bir havada üşürüz. Yazın güneşin altında ısınırız. Güneşin altına koyduğumuz bir cisim, bir süre sonra ısınır. O cismi daha sonra gölgelik bir yere aldığımız zaman, yavaş yavaş soğuduğunu görürüz. Bir başka örnek daha verelim. Aynı kütlede ve aynı cins iki cisim alalım. Birini gölgede bırakalım diğerini de güneşin altına koyalım. Daha sonra güneşin altında bıraktığımız cismi alıp,

gölgedekinin yanına koyalım: Bir süre sonra ikisi de, aynı sıcaklıkta olacaklardır. Buradan şu gerçeğe varmak olasıdır. Güneşin altına koyduğumuz cisim bir süre sonra ısınmıştır. Dolayısıyla bir ısı kazanmıştır. Aynı cismi alıp gölgeye koyduğumuz da soğur. Böylece ısı kaybına uğrar.

Genelde ısı ve sıcaklık, aynı şey olarak farzedilir. Genellikle halk arasında her ikisinden de aynı şeymiş gibi söz edilir. Oysa fizik dilinde ikisi de farklı şeylerdir. Isı ve sıcaklığın arasındaki farkı, bir örnekle anlatmaya çalışalım. İki kap alalım. Bu kaplardan birine su, diğerine de zeytinyağı koyalım. İkisini de güneşin altına bırakalım. Bir süre sonra, her iki sıvının da içine birer termometre batırdığımızda, sıcaklıklarının farklı olduğunu görürüz. Biri diğerine oranla daha az ısınmıştır. Oysa ikisine de verilen ısı miktarı eşittir. Bu örnekten ısı ile sıcaklığın birbirinden çok farklı şeyler olduğunu görüyoruz. Buna bir başka örnek daha verebiliriz. Bir tencere suyu ateşin üzerinde ısıtalım. Su içindeki termometre 30 dereceyi gösterene kadar ateşin üzerinde kalsın. Daha sonra büyük bir kazanın içine su dolduralım. Aynı derecede yanan bir ateşin üzerine koyalım. Onu da termometre 30 dereceyi gösterene kadar ateşin üzerinde bırakalım. Sonuçta kazanın içindeki suyun, 30 derece sıcaklığa ulaşması için daha uzun süre ateşin üzerinde kalması gerekecektir. Yani kazanın içindeki suyu 30 derece sıcaklığa kadar ısıtabilmek için, daha fazla ısı vermek gerekmektedir. Bu da ısı ve sıcaklık arasındaki farkı gösteren bir başka deneydir.

Bu arada bazı cisimler ısı kazanmalarına rağmen, uzun süre sıcaklıklarını korurlar. Bunlardan biri de buzdur. Bir kalıp buzu güneşe bırakalım. Üzerine de bir termometre koyalım. Termometre 0 dereceyi gösterecektir. Bu termometre buz eriyip de su oluncaya dek, sıfır derecede kalacak, sıcaklığı ondan sonra yükselmeye başlayacaktır.



Isı birimi Kalori'dir. Kalorinin tanımı şöyledir: 1 gram suyun sıcaklığını 1 derece ısıtan ısıya, 1 kalori denir.

Bir başka ısı birimi de **Thermi**'dir. Thermi 1 milyon kaloriye eşittir.

Isı Enerjisi: Isı hakkında bu kısa genel bilgiden sonra, ısı enerjisinden söz edeceğiz. Isı dünyada çok kullanılan bir enerji çeşididir. Çok çeşitli yollardan elde edilir. Örneğin ısı enerjisinden elektrik enerjisi elde edilir. Isı enerjisinden mekanik enerji elde edilir. Isınmak için evimizde, iş yerimizde yararlanılır. Çeşitli maddeler elde etmek için kullanılır. Bir başka deyişle kimyasal enerji elde etmek için yararlanılır. Isı enerjisinde çok geniş kullanım alanı vardır.

Isı enerjisinin elde edilişi de çok çeşitlidir. Başka enerji türlerinden de yararlanılarak ısı elde edilir. Şimdi bunları sırayla inceleyelim.

a-) En önemli ısı kaynağı güneştir. Güneş ışınları sayesinde

ısı elde ederiz. Güneş ışınlarının dünyamıza eğik geldiği dönemlerde yani sonbahar ve kış aylarında ısı miktarı düşer. Öte yandan ışınlarının dik geldiği aylarda, kazandığımız ısı miktarı artar. Gece güneş, dünyamızın öteki yarımküresinde kaldığından, ışınlarını tam olarak alamayız. Böylece kazanacağımız ısı miktarı da düşer. Gündüz ise güneş ışınları direkt olarak gelir ve ısı artar. Güneşin ısı elde ettiği biz birçok kaynağa da dolaylı olarak etkisi vardır. Odun, petrol ve kömür gibi ısı kaynaklarının gelişmesi de güneşe bağlıdır. Ağaçlar güneş ışınları sayesinde gelişir. Biz de o ağaçlardan odun elde ederiz. Madenkömürü ve petrolün yeraltındaki katmanlarda oluşması için de güneş ışınları gereklidir. Güneşin dünyanın oluşumdaki rolünü bildiğimize göre, bu ısı kaynaklarının da gelişmesi için, güneş ışınlarına gereksinimi olduğunu anlıyoruz.

b-) Mekanik enerjiden de ısı elde ederiz. Soğuk bir havada buz gibi olmuş ellerimizi birbirine sürttüğümüzde, ısındığını görür-

rüz. Bir kesici aletle herhangi bir yeri kestığımızda yüzeylerin ısındığını görürüz. Hem kesici aletin, hem de kesilen cismin yüzeylerinde sıcaklığın arttığı görülür. Buradan sürtünmeyle ısı kazanıldığı anlaşılır. Sürtünme de mekanik bir olay olduğuna göre, mekanik enerjiden ısı elde edilebiliyor.

c-) Isı ayrıca elektrik enerjisinden de elde edilebilir. Üzerinden elektrik akımı geçen bir tele dokunduğumuzda telin sıcak olduğunu görürüz. Uzun süredir yanan bir ampule elimizi değdirdiğimizde çok sıcak olduğunu görürüz. İşte elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesinden yola çıkılarak çeşitli araçlar yapılmıştır. Bunlar arasında elektrik sobası, elektrik ocağı, elektrik ütöleri hep elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi ilkesinden yola çıkılarak yapılmış araçlardır. Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi konusunu da, ileride ayrıntılı biçimde inceleyeceğiz.

d-) Toprağın altı da biri ısı kaynağıdır. Yeraltından fışkıran kaynar sular, yanardağlardan fışkıran lavlar, hep toprağın altının da bir ısı kaynağı olduğunu göstermektedir. Toprağın altına inildikçe sıcaklığın arttığı görülür. Buradan anlaşılıyor ki, yerin altı, yüzeyine oranla daha sıcaktır. Çeşitli sıcak su akıntıları yer altından fışkıran sıcak sulardan kaynaklanmaktadır.

e-) Isı enerjisi çeşitli kimyasal olayların sonucunda da elde edilebilir. Örneğin, yanma kimyasal bir olaydır. Çeşitli cisimler yakılarak ısı elde edilir. Petrolün, odunun, kömürün yanması sonucu elde edilen ısı kimyasal bir olayın sonucudur. Buradan da kimyasal yoldan da ısı enerjisi elde edilebileceğini anlıyoruz.

f-) Son yıllarda daha doğrusu XX. yüzyılın ikinci yarısından sonra nükleer enerjiden de ısı enerjisi elde edilmektedir. Dünyada nükleer enerji her geçen gün

yaygınlaşmaktadır. Dolayısıyla yüksek derecede ısı enerjisi elde edilen bu kaynaktan, büyük oranda yararlanılmaktadır. Daha önce kısaca değindiğimiz nükleer enerji konusunda, atom çekirdeğinin parçalanması sonucu büyük bir ısıya açığa çıktığını görmüştük. Demek ki atom, yani nükleer enerjiden de ısı enerjisi elde edilebiliyor.

Buraya kadar ısı enerjisinin elde edilebileceği kaynakları inceledik. Bu konuyu ayrıntılı olarak diğer enerji çeşitlerinde yeniden inceleyeceğiz. Şimdi ısı konusundaki genel bilgilerimizi biraz daha genişletmeye çalışalım. Kullanım alanına geldiğimizde bu genel bilgilerden bir hayli yararlanacağız.

Isınma Isısı

Cisimlerin ayrı ayrı ısınma ısıları vardır. Isınma ısı ısı hesabının yapılması açısından çok önemlidir. Isınma ısısının tanımı şöyledir:



Bircismin 1 gramını 1 derece ısıtan ısı miktarı o cismin ısınma ısıdır. Yani 1 gram bakırı 1 derece ısıtan ısı miktarı 0,093 kaloridir. Yani bakırın ısınma ısı 0,93'tür. Her cismin ayrı birer ısınma ısı vardır. Bazı cisimlerin ısınma ısıları şunlardır:

Platin: 0.032, Gümüş: 0.056, Manganez: 0.122, Alüminyum: 0.217, Baryum: 0.050, Buz: 0.500, Pirinç: 0.090, Kalay: 0.054, Naf-talin: 0.416, Cam: 0.198, Demir: 0.113 Çinko: 0.093, Benzin: 0.450, Bakır: 0.093, Alkol: 0.615

Isı Miktarının Hesaplanması

Bir cismin ısı miktarını hesaplamak için şu elemanlar gerekmektedir:

O cismin ısınma ısı, cismin ilk sıcaklığı, cismin sonraki sıcaklığı, cismin kütlesi. Isının hesaplanması bu üç eleman arasındaki orantı sonucu olur. Bunu formüle edecek olursak şu sonucu elde ederiz:

Cismin ısı = Isınma ısı x cismin kütlesi (önceki sıcaklığı - sonraki sıcaklığı). Örneğin bir bakır parçasının kütlesi 10 gram olsun. Bu bakır parçasının sıcaklığı 30 derece olsun. Bakırın sıcaklığını 50 dereceye çıkardığımızda ne kadar ısı harcamış oluruz?

Bakırın ısınma ısı 0.093 olduğuna göre

Cismin ısı = $0,093 \times 10 \times (50-30)$

Cismin ısı = $0,93 \times 10 \times 20$

Cismin ısı = $0,93 \times 20$

Cismin ısı = 18,6 kaloridir

Atom Isısı Nedir?

Herhangi bir cismin 1 atım gramını 1 derece ısıtmak için harcanan ısı miktarı, o cismin atom ısıdır. Bir cismin atom ısı cismin atom ağırlığı ve ısınma ısıyla orantılıdır.

Bunu formüle edecek olursak,

Atom ısı = Atom ağırlığı x ısınma ısı



Resimdeki işçi, sıcaklıktan etkilenmemek için, ısı geçirmez bir eldiven takmış (üstte).

Çeşitli cisimlerin atom ısıları şöyledir:

Bakır: 6.36, Nikel: 5.89, Gümüş: 6.41, Kuruşun: 6.5, Alüminyum: 5.86, Manganez: 6.86, Demir: 6.32, Kalay: 6.05.

Yanma Isısı

Cisimler yanarlar. Yanma kimyasal bir olaydır. Yanma sonucu bir ısı meydana gelir. Her cisim yanarken değişik miktarda ısı verir. İşte cisimlerin birim küt-

lelerinin yandıkları zaman verdikleri ısıya yanma ısı denir. Daha başka bir tanımla, bir cismin 1 gramının yandığı zaman verdiği ısıya yanma ısı adı verilir. Çeşitli cisimlerin yanma ısılarının değişik olduğunu söylemiş-tik. Bazılarının sayısal olarak değerlerini verelim:

Petrol: 10000, Kok kömürü: 7000, Maden kömürü: 8000, Odun: 3000, Alkol: 5000

Isı Enerjisinin Mekanik Enerjiyle ilişkisi

Enerjinin dönüşümü ilkesine göre, ısı enerjisinin mekanik

enerjiye dönüşebileceğini, mekanik enerjinin de ısı enerjisine dönüşebileceğini görmüştük. Bu konudaki ayrıntılı olmasa bile ilk bulgular Fransız bilgini Joule tarafından gerçekleştirilmiştir. Kendi adıyla anılan bir deney mekanik ve ısı enerjileri arasındaki bağlantıyı ortaya koymaktadır. Bir kabin içine bir su koyalım. Bu suyun içine de ucuna kanatlara bağlı bir çubuk sokalım. Kanatları hızla döndürdüğümüzde suyun içinde bir çalkalanma olur. Çalkalanma ve sürtünme sonucu bir ısı elde edilir. Özel metotlarla bu kanatları döndürmek için harcanan mekanik enerji ve suyun ısınması için gereken ısı ölçülür. Dolayısıyla ne kadarlık mekanik enerji harcanarak, ne kadar ısı elde edileceği hesaplanır.

Buharlaşma

Cisimler yeryüzünde üç durumda bulunurlar. Bunlar katı, sıvı ve gaz durumlarıdır. Buz parçası eriyince su olur. Daha fazla kaynatılınca da buharlaşır ve gaz haline dönüşür. Yani bir sıvının gaz durumuna geçmesine buharlaşma denir. Bir cismin erimesi için belli bir sıcaklık gerekmektedir. Fakat sıvılar her sıcaklıkta buharlaşabilirler. Bunun en önemli yanı ise basınçtır. Buharlaşmada basınç önemli rol oynar.

Kaynama

Suyun içinde eriyen hava molekülleri ısınınca genişlemeye başlarlar ve suyun yüzeyine çıkmaya başlarlar. Hava kabarcıkları şeklinde görülen bu köpürmeler su ısındıkça büyür. Çünkü sıvının yüzeyindeki basınç azdır. Suyun yüzüne çıkan bu kabarcıklar havaya karışırlar ve kaybolurlar. İşte bu olaya kaynama denir. Kaynama sesli bir biçimde olur. Sıvıların cinsine göre kaynama süreleri de değişir. Ayrıca kaynamaya basınç ve kaynama sıcaklığı da etki eder. Bunu bir sıvı sabit bir sıcaklıkta, sabit bir basınç altında belli bir kaynama gösterir, biçiminde tanımlayabiliriz.

Bir sıvı kaynama sıcaklığı kazandığı sıradaki basıncı ile yüzeyine etki eden basıncı eşittir. Çeşitli cisimlerin belli kaynama sıcaklıkları vardır. Bunlara fizik dilinde kaynama noktaları denir. Çeşitli cisimlerin kaynama noktaları şunlardır:

Oksijen: 183 derece, Hidrojen: 252 derece, Helyum: 267 derece, Su: 100 derece, Civa: 360 derece, Neon: 195 derece, Hava: 192 derece, Naftalin: 218 derece, Kükürt: 445 derece.

Buharlaşma Sonucu Soğukluk Elde Edilmesi

Sıvılar buharlaşırken ısı alırlar.

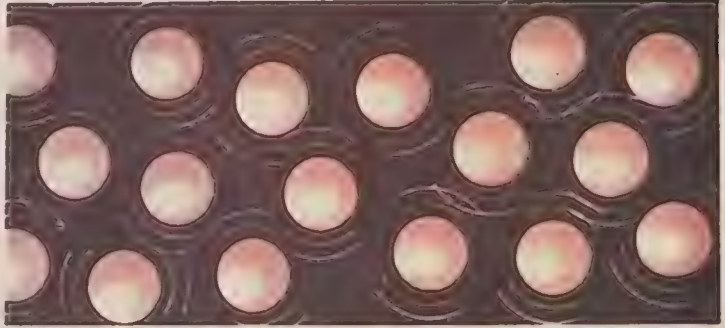
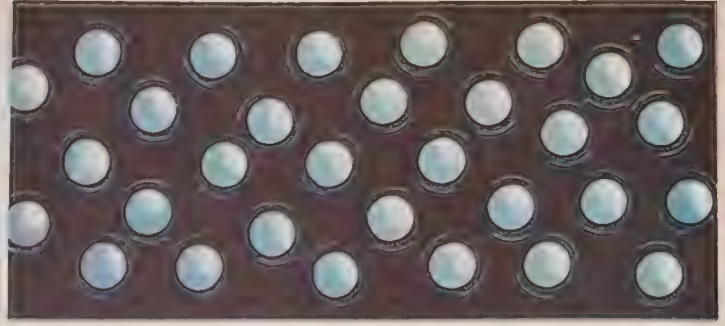
Sıvılar buharlaşmak için gerekli olan ısıyı herhangi bir ısı kaynağından sağlayamadıkları takdirde, sıvıdan alacaklardır. Bunun sonucunda da sıvı soğuyacaktır. Termosların içine konan soğuk suyu aynı sıcaklıkta tutmaları gibi. Bunların en belirgin örnekleri buz dolaplarıdır. Basit bir deneyle bu konuya açıklık getirelim:

Bir cam fanus alalım. Bu fanusun içine bir kap su koyalım. Bu cam fanus içindeki basıncı git-tikçe düşürelim. Basınç azaldıkça fanusun içindeki su hızla buharlaşmaya, daha sonra da kaynamaya başlar. Bu fanusun içinde bir ikinci kap daha vardır. Bu kapta da sülfürik asit bulunmak-

Termal bir havuzun içinde bulunan suyun atomlarının sayıları çok fazladır (altta).



Bütün cisimler atomlardan meydana gelmiştir. Soğuk bir cisimdeki atomun hareket hızı biraz düşüktür. Sıcak cisimdeki atomlar daha süratlidir (sağda)



tadır. Sülfürik asit suyun buharını çekmeye yaramaktadır. Buharlaşıma sonucu gerekli ısı sudan sağlanacaktır. Bu yüzden ısı azalan su soğuyacaktır. Gittikçe su donar.

Buzdolaplarında da buharlaşma sonucu soğuk elde edilmektedir. Buzdolaplarında kaynama ısısı çok düşük sıvılar kullanılmaktadır. Dolayısıyla çok süratli bir buharlaşma olur. Bunun sonucunda da soğuk elde edilir. Genellikle bunun için sıvı olarak amonyak kullanılır. Amonyakın kaynama sıcaklığı 34 derecedir. Amonyak üzerine basınç uygulandığında çok çabuk sıvı durumuna geçer. 1 gram amonyak buharlaşmak için 295 kalori ısı almaktadır. Bu çok yüksek miktarda ısıdır. Buzdolaplarında amonyak gazı bir kompresör aracılığıyla sıkıştırılır. Yani üzerine basınç uygulanır. Basınç sonucu ısınan amonyak buharlaşır. Bu buhar borular sisteminin içinden geçer. Bu arada borulara etki eder, soğuk su amonyağı soğutur ve sıvılaştırır. Kompresör pistonunun geri kalkması sonucu amonyak üzerine etki eden basınç da azalır. Basınç azalınca amonyak yeniden buharlaşmaya başlar. Yeniden kompresöre gelen amonyak buharları bu kez tuzlu su ile soğumaya terk edilir. Bu hareket devam eder. Bir süre sonra bu suyun soğukluğu sıfırın altında bir dereceye düşer. Bir süre sonra da buz haline gelir.

Uçunum

Isı ve sıcaklığın etkisiyle oluşan durumlardan biri de uçunumdur. Cisimler katı duruma geçtikten sonra da buharlaşırlar. Çeşitli katı cisimler belli basınçlar altında katı durumdayken de buharlaşabilirler. İşte katıların sıvı duruma geçmeden doğrudan doğruya buharlaşması olayına fizik dilinde uçunum denir.

Örneğin iki tane cam balon alalım. Bu balonları birbirlerine

bir cam tüple bağlayalım. Bu balonların birine su dolduralım ve bu suyu sıfırın altında 10 derece bir sıcaklıkla donduralım. Bu sıcaklıktaki buharın bir bölümü katılaşır ve basıncı düşürmek isterler. Bu basınç azalması sonucu buharın bir kısmı direkt olarak diğer balona doğru yol almaya başlar. Belli süre sonra birinci balonda bulunan buz buharlaşıp, diğer balon içinde toplanır.

Aynı işlem ters olarak yapılabilir ve sonuçta gazlar sıvılaştırılabilir ya da , sıvılar katı duruma geçirilebilir. Gazların sıvılaştırılmaları belli koşula bağlıdır. Örneğin kritik sıcaklıklarını hiç düşürmemek gerekir. Gaz halindeki cisim bu sıcaklıkta devamlı sıkıştırılarak basıncı artırılmalıdır. İşte bu basınca kritik basınç denir. Çeşitli cisimlerin kritik basınçları şunlardır:

Oksijen: - 119 derece,
Hidrojen: - 241 derece, Karbondioksit: 131,4, derece Helium: - 268 derece.

Sıcak ve soğuk iki cismi yanyana koyduğumuzda, sıcak cismin atomları soğuk cismin atomlarını 'sararak, sıcaklığını ona geçirir (üstte).

Aynı cisimlerin kritik basınçları ise şunlardır:

Oksijen: 51, Hidrojen: 19,5, Karbondioksit: 73, Helium: 2



Buhar Türbinleri

Buharın itme gücünden yararlanılarak yapılan ısı makinelerinden biri de, buhar türbinleridir. Türbinler rotor adı verilen bir döner silindir ve ona buhar püskürten borudan oluşmaktadır. Bu silindirin üzerinde çepeçevre kanatçıklar vardır. Bu kanatçıklara püskürtülen buhar, silindirin dönmesini sağlar. Dönen rotor kısmına bağlı, bir mil aracılığıyla mekanik bir enerji elde edilmiş olur. Yeni geliştirilen türbinlerde zincirleme enerji elde edilmektedir. Örneğin rotora gönderilip görevini tamamlayan buhar, daha sonra ona bağlı bir başka rotora gönderilerek, zincirleme enerji elde edilebilir. Türbinler buhar makinelerinden daha küçüktür. Daha az yer kaplarlar. Türbinlere bağlı mile, çeşitli elektrik motorlarının milinin de bağlanabilmesi açısından, çok kullanılmaktadırlar. Bu yüzden buharlı gemilerde buhar makinelerinin yerine, türbinler daha çok kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi sağlamada da buhar türbinlerinden yararlanılmaktadır. Termik elektrik santrallerinden türbinlere bağlı dinamolar ve alternatörler aracılığıyla elektrik enerjisi elde edilmektedir.

İçten Yanmalı Motorlar

Buhar motorlarından ısının büyük bir miktarı kaybolur. Bu oran % 80'e kadar ulaşır. Bu kayıp ısı genellikle kazan çeperini ve boruları ısıtırken kaybolur. Bu bölgeleri ısıtan ısı miktarı, suyu ısıtmakta kullanılmaz. İşte bu kaybı önlemek amacıyla ısının direkt silindirde elde edilmesi yolları aranmıştır. Bunun için de, yanma olayının silindirde gerçekleşmesi gerekmektedir. İşte bu prensibe dayalı motorlara, içten yanmalı motorlar adı verilmektedir. Yalnız bu motorlarda yanma işlemi için, sıvı veya gaz yakıt kullanılmaktadır. İçten yanmalı motorlar iki çeşittir. Dört zamanlı patlamalı motorlar ve dizel motorları. Dizel motorları

yeziden kazana gönderir. Basıncı 1 atmosferden daha aşağı olan bu

buhar, silindirde daha verimli bir iş yapar.

Güçlü bir buharlı lokomotif
(üstte).

dört ve iki zamanlı motorlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Önce dört zamanlı patlamalı motorları inceleyelim.

Dört Zamanlı Patlamalı Motorlar

Dört zamanlı patlamalı motorlar genel olarak şu parçalardan oluşmaktadır; ilk parça silindirdir. Bu silindirin içinde hareket edebilen bir piston, pistonun ucuna bağlı ve dönme hareketi sağlayan bir mekanizma, yakıtı silindire getiren boru, yakıtı dışarıya atmaya yarayan bir başka boru, bu yakıtın geliş gidişini sağlayan supaplar ile yakıtı ateşlemeye yarayan bir buji. Motorun çalışma biçimi ise şöyledir: Karbüratör adı verilen bir bölmede, hava ile karıştırılmış benzin borudan silindir içine gönderilir. Yakıt gelirken birinci supap açık, diğeri ise kapalıdır. Bu sırada piston aşağıya inmektedir. Buraya kadar olan kısma birinci zaman denir. Yani motor görevinin birinci zamanını tamamlamış demektir. Daha sonra her iki supap da kapanır. Piston yavaş yavaş yukarıya doğru çıkmaya başlar. Piston çıkarken silindirin içindeki yakıtı ve havayı sıkıştırmaya başlar. Bu da motorun ikinci zamanıdır. Pistonun yukarıya çıkmasıyla sıkışan patlayıcı maddeler, en ufak bir kıvılcımda patlayacak duruma gelmiştir. İşte o anda bujide bir spark olur. Bu kıvılcım patlayıcı maddelerin yanmasına neden olur. İşte bu patlama sonucu piston yeniden aşağıya doğru itilir. Bu ana kadar olan zaman içinde supaplar kapalıdır. Bu da motorun üçüncü zamanıdır. Tam o sırada piston en alt noktaya varmış ve yeniden yukarıya çıkmaya başlamıştır. Çıkarken ikinci supap açılmış ve yanmış gazlar buradan dışarıya çıkmaya başlamıştır. İşte bu dört zaman süresi içinde, pistonun aşağıya ve yuka-



rıya çıkıp inmesi sırasında, pistonu bağlı bir kol vasıtasıyla bir iş elde edilir.

Dizel Motorları

Dizel motorlarında dört zamanlı patlamalı motorların tersine yakıt olarak mazot kullanılır. Ateşleme olayı olmadığı için, bujileri de yoktur. Dört zamanlıların çalışma yöntemi şöyledir:

Piston aşağıya inmektedir. İnerken silindire hava emilir. Buraya kadar motorun birinci zamanıdır. Daha sonra piston yukarıya çıkmaya başlar. Çıkarken emilen havayı sıkıştırır. Havanın hacmi gittikçe küçülür. Bu arada silindirin sıcaklığı da çok yükselmiştir. Bu sıcaklık 400 derece kadardır, bu da motorun ikinci zamanıdır. Tam o sırada silindire bir enjektör aracılığıyla zerrecikler halinde mazot püskürtülür. Yüksek basınçla sıkıştırılmış havaya püskürtülen mazot, karışır karışmaz büyük bir pat-





lama olur ve pistonu yeniden aşağıya iter. Bu da üçüncü zamandır. Daha sonra piston yeniden yukarıya çıkar. Çıkarken de yanmış gazları dışarıya atar. Böylece dördüncü zaman da tamamlanmış olur. Bu tür motorlarda ısı kaybı dört zamanlı patlamalı motorlara oranla daha azdır.

İki zamanlı patlamalı motorlar ise, bu ısı kaybını daha da azaltmaktadır. Bu motorların çalışma yolları ise biraz daha değişiktir. Pistonun yukarıya çıkmasıyla silindirin içine hava verilmesi, aynı anda olur. Daha sonra mazot püskürtülür. Ardından piston aşağıya inerken yanmış gazlar da dışarıya atılır. Böylece zaman da ikiye indirilmiş olur.

Dizel motorlarının dört zamanlı motorlara oranla daha az yakıt harcaması açısından daha çok kullanılmaktadır. Ağır tonajlı kara araçları, gemiler, motorlu trenler hep dizel motorlarıyla çalışmaktadırlar.



Isının Yayılması

CİŞİMLERİN birbirlerinden ısı alıp verdiğini ve bu ısıнын cisimler arasında yayıldığını daha önceki bölümlerde belirtmiştik. Şimdi bu yayılmanın nasıl gerçekleştiğini inceleyeceğiz. İnsanlar bu ısı yayılmasını zamanla kontrol altına almışlar ve daha yararlı bir duruma getirmişlerdir. Isının yayılması başlıca üç şekilde olur. Bunlardan birincisi iletkenlik aracılığıyla yayılmasıdır.

İletkenlik Aracılığıyla Isının Yayılması

Bir demir parçasının ucunu ateşe değdirip öyle tutalım. Bir süre sonra demir parçasının tuttuğumuz kısmının da ısındığını, zaman geçtikçe elle tutulamayacak duruma geldiğini görürüz. Bir çay bardağının içindeki kaşığın, bir süre sonra dışında kalan

1812 yılında yapılmış ilk ticari buharlı gemi: Comet (üstte).

Atlantik'i aşan ilk buharlı gemi. Sirins (altta).

kısımının da ısındığını hepimiz biliyoruz. Buradan anlaşılıyor ki, ısı bir cismin bünyesinde yayılmaktadır. Doğaldır ki bu, cisme göre değişir. Katılarda ısının yayılması diğer cisimlere oranla daha hızlıdır. Çünkü katıların, özellikle metal cisimlerin molekülleri çok sıktır. Bu nedenle ısının bir molekülden diğerine atlayarak yayılması, daha kolaydır. Sıvılarda ısının yayılması, biraz daha yavaş, gazlarda ise çok ağır olur.

Örneğin su çok kötü bir iletkenidir. Bunu bir deneyle açıklığa kavuşturalım. Bir cam kabı ağzına kadar suyla dolduralım. İçine de bir buz parçası atalım. Buz doğallıkla yükselecek ve suyun üstüne çıkacaktır. Kabin ağzını da sıkıca kapatalım. Kabin alttan ısıtmaya başlayalım. Uzun süre ısıttığımız suyun içindeki buzun erimediği görülecektir. Demek ki su, ısıyı çok çabuk iletmemektedir. Bir başka örnek verecek olursak. Bir tencere suyu ateşin üzerine koyalım. Bir süre sonra elimizi daldırdığımızda suyun dibinin, yüzeyinden daha sıcak olduğunu göreceğiz. İşte bu deneyler bize, suyun, bir başka deyişle sıvıların iyi iletken olmadığını kanıtlar.

Gazlar ise sıvılardan daha az iletkenidir. Gazlar ısıyı diğer tüm cisimlere oranla az iletirler. Bu oran hiç de küçümsenecek miktarda değildir. Boşlukta ısı iletimi diye bir şey yoktur. İşte boşluğun ısıyı iletmemesi prensibine dayanarak bazı aletler yapılmıştır. Bunların başında buzdolapları ve termoslar gelmektedir. Termosların iki tabakası arasında boşluk vardır. Bu boşluk sayesinde termosların içindeki bulunan şeylerin, sıcaklığı da bir süre sabit kalır.



Konveksiyon Aracılığıyla Isının Yayılması

Evimizin bir odasında yanan sobanın sıcaklığını, önce sobanın yakınında duyarız. Zamanla bu ısı odanın tümüne yayılır. Bir başka deney yapalım. Bir cam kaba su dolduralım ve içine de demir talaşı atalım. Bu cam kabın sağ alt köşesine de bir ispirto lambası koyarak ısıtmaya başlaya-

lim. Bir süre sonra suyun içindeki demir talaşları, belli bir devinim içine gireceklerdir. Bunun nedeni şudur. Sağ alt köşede ısınan su molekülleri, bir süre sonra yerlerini daha soğuk su moleküllerine terkedeceklerdir. Dolayısıyla bu molekülleri ısının değişimiyle, bir devinim içine gireceklerdir. Buradan anlıyoruz ki cisimlerin, ısıyla değişen bir konveksiyon akımları vardır.



Elektrik Enerjisi

Elektrik Nedir?

EVİMİZDE bizleri aydınlatan lamba, buzdolabımızı çalıştıran güç, radyomuzu çalıştıran pil, çeşitli sanayi kuruluşlarında dev motorlardan elde edilen gücün büyük bir kısmı hep elektriğin marifetidir. Elektrik bulunuşundan günümüze kadar hiç modası geçmeyen, hâlâ dünyada bir numaralı kaynak olarak, özelliğini koruyan bir enerji çeşididir. Elektrik nedir? Nasıl elde edilir? İşte bu soruları yanıtlamak için, statik, yani durağan elektriği bilmede yarar var.

Statik (durağan) Elektrik

Mika, plastik gibi bir maddeyi, yünü ya da pamuklu bir kumaşa hızla sürtelim: Daha sonra küçük küçük kesilmiş kâğıt parçalarına yaklaştıralım. Bu plastik maddenin kâğıt parçalarını çektiğini görürüz. Buradan

sürtünme ile elektriklenme meydana geldiği sonucuna varabiliriz. İlk ve en basit şekilde elektriğin etkisini bu kolay deneyle anlayabiliyoruz. Elektrik, daha doğrusu statik elektrikle ilgili bilgiler M.Ö.ki yıllara kadar uzanmaktadır. Zamanla ünlü bilginler elektrikle ilgili buluşları geliştirmişlerdir. Fakat elektrikten tam anlamıyla yararlanılmaya XX. yüzyılda başlanılmıştır.

Yukarıdaki deneyden de anlaşılacağı gibi, sürtünme ile bir elektriklenme olayı meydana gelmektedir. Sürtünme sonucu küçük cisimleri çeken bu plastik madde, elektrikle yüklenmiş olmaktadır.

Cisimler elektriğe karşı duyarlı ve duyarsız olmak üzere ikiye ayrılırlar. Plastik, mika, cam gibi bazı cisimler sürtünmeyle elektrik yükü alırlar. Fakat bu elektrik yükünü iletme özelliğine sahip değildirler. Sadece bu elektriği saklarlar. Bazı cisimler ise, örneğin bakır, demir, alüminyum gibi metaller elektrik

Büyük bir kentin en önemli gereksinmelerinden biri de, elektrik enerjisidir. Binlerce belki de milyonlarca konut, bu şekilde aydınlanır (üstte)

yükünü naklederler. Yani bünyelerinde barındırmazlar. İşte elektriği saklayan cisimlere yalıtkan, elektriği nakleden cisimlere de iletken denir. Vücudumuz da iletkendir. Örneğin elektrik yüklü bir iletkeni tuttuğumuzda, bu elektrik hemen devresini tamamlayarak vücudumuz aracılığıyla boşalır. Fakat bu iletkeni, yalıtkan bir maddeyle tuttuğumuzda elektrik devresini tamamlayamaz ve depolu olarak kalır.

Negatif ve Pozitif Elektrik

İki tür elektrik vardır. Negatif ve pozitif elektrik. Bunu bir deneyle açıklığa kavuşturalım: Bir yünü kumaşa sürtülmüş bir cam çubuğu ipe bir yere asalım ve hiçbir yere değmemesini sağlayalım. Elektriklenmiş bir cam çubuğu da, ona yaklaştıralım. Cam çubukların birbirini ittiğini görürüz. Bu kez bir mika parçasını elektrikle yükleyelim ve asılı

olan cam çubuğa yaklaştıralım. Bu iki cismin birbirlerini çektiklerini görürüz. İşte bu deney, bize iki ayrı tür elektriğin varlığını kanıtlamaktadır.

Elektriğin Meydana Gelmesi

Elektriğin meydana gelmesini tam anlamıyla kavrayabilmek için, maddenin yapısını incelemek gerekir. Bilindiği gibi elementlerin bölünemeyecek derecedeki en küçük parçalarına atom denmektedir. Atomun yapısına bakacak olursak, bir çekirdek ve etrafında dönen elektronlardan meydana geldiğini görürüz. Bu elektronlar çekirdeğin çevresinde güneş sisteminin ilkesine bağlı olarak dönmektedir. Çekirdeğin içinde **proton** denen pozitif elektrik yüklü taneciklerle, elektrik açısından yüksüz nötronlar bulunmaktadır. Çekirdeğin çevresinde dönen elektronlar ise, negatif elektrik yüklüdür. Atomu meydana getiren **elektron, proton ve nötronların** sayıları elementlere

göre değişmektedir. Hidrojen atomunda bir elektron, bir de proton bulunmaktadır. Sodyumun atomunun çekirdeğinde 11 proton, 12 nötron bulunmakta, etrafında da 11 elektron dönmektedir. Aynı güneş sisteminde olduğu gibi, atomun çekirdeği ile elektronlar arasında bir çekim gücü bulunmaktadır.

Buraya kadar atomun yapısını inceledik. Şimdi en basit elektrik sağlama yolu olan, sürtünme ile elde edilen elektriğin açıklamasını yapalım. Atomlarda elektronların çekirdek etrafında döndüğünü görmüştük. Bu elektronlar, belli bir yörünge üzerinde dönerler. Elementlerin atomlarındaki elektron sayısı da sabittir. Yalnız sürtünme sonucu, bu elektronlardan bir kısmı eksilir. Bu sürtünme iki cisimden birine elektronlar akın eder. Sonuçta da bu iki cisimden birinde elektron, diğerinde de proton fazlalığı görülür. Negatif yükü ağır olan cisim negatif, pro-

ton yükü ağır olan cisim de pozitif elektrik yüklüdür.

Etkileme ile Elektriklenme

Sürtünmeyle elektriklenme olduğu gibi etkilenmeyle de elektriklenme olabilir. Bunu basit bir deneyle açıklığa kavuşturalım. İki yalıtkan platformdan birinin üzerine bir iletken koyalım. İkinci yalıtkanın üzerine de, pozitif elektrik yüklü bir cisim yerleştirelim. Pozitif elektrik yüklü cisim, yakınındaki iletkenin

Elektrik enerjisinin yayagınlaşmasıyla, günümüz ulaşım araçlarının nitelikleri de değişti. Eskiden iki kent arasındaki bir uzaklığı birkaç saatte aşabilen trenlerin yerlerini daha süratli olanlar aldı. Hele Japonya'da Hokaido hattında çalışan hava hattı, dünyanın en hızlı treninin bir benzeri olan bu tren, Avrupa'nın en hızlı treni ünvanını aldı (altta).





elektronlarından bir kısmını kendine doğru çeker. Cismin iletkenine yakın ucu bir anda negatif elektrik yüklenir. Öteki ucundaysa, pozitif elektrik yükü artar. Bu ucu bir elektrik yükü ölçer alete bağladığımızda, pozitif elektrik olduğunu anlarız. İşte bu aralarında temas olmadan etkiyle elektriklenmeye etkileme yoluyla elektriklenme denir.

Elektrik yüklü cisimlerin etraflarında elektrikleyici bir alan vardır. İşte bu cisimlerin kendi etraflarında etkileyebildikleri alana elektrik alanı denir.

Elektrik Gerilimi

Bir elektrik alanı içinde herhangi bir noktadan, herhangi bir yere giden elektrik akımının yapmış olduğu iş, o noktanın gerilimidir. Yine aynı alan içinde iki noktanın gerilimleri arasındaki farka da, bu iki noktanın gerilim farkı denir. Gerilim farkının birimi Volt'dur. Bu iki nokta arasındaki elektrik akımının gerçekleştirdiği işi hesaplamak için, şu formülü kullanırız.

$Iş = Elektrik\ yükü \times (Birinci\ noktanın\ gerilimi - İkinci\ noktanın\ gerilimi)$

Elektrik Akımı

Aparmanın en üst katındaki bir depoda bulunan su, potansiyel bir enerjiye sahiptir. Fakat vanâ açılır ve suyun borulardan aşağıya doğru akması sağlanırsa, kinetik enerji açığa çıkar. Böylece bir iş yapması sağlanır. İşte buna su akımı denir. Aynı şekilde

elektrik akımını da izah edebiliriz. Durağan bir şekilde depolanmış bir elektrik, potansiyel enerjiye sahiptir. Fakat bu elektrik depolandığı yerden bir başka yere akmaya bırakılırsa, kinetik enerjiye dönüşür ve bir iş yapar. Yani bir iletken cismin, iki uç noktası arasında herhangi bir gerilim farkı bulunmadığı takdirde, elektrik akımı oluşmaz. Bu iki uçtan birinin elektronca zayıf olması gerekmektedir. Bir başka deyişle elektronca yüklü bir cisim, elektron açısından daha zayıf bir cisme, bir iletkenle bağlandığında, elektrik akımı olur. Bu akım elektronca güçlü olan cisimden, elektronca zayıf olan cisme doğrudur. Akım sağlamak

için bu iki uç arasındaki gerilim farkının sabit tutulması gerekmektedir. İşte elektrik akımı yaratan cisimler, bu gerilim farkının sabit tutulması ilkesinden yola çıkılarak yapılmıştır. Bu araçlara üreteçler denir. Üreteçler kimyasal ve mekanik enerjiden yararlanarak elektrik akımı üretirler.

Kimyasal Enerjiden Elektrik Akımı Elde Etmek

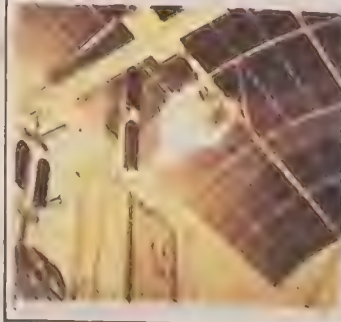
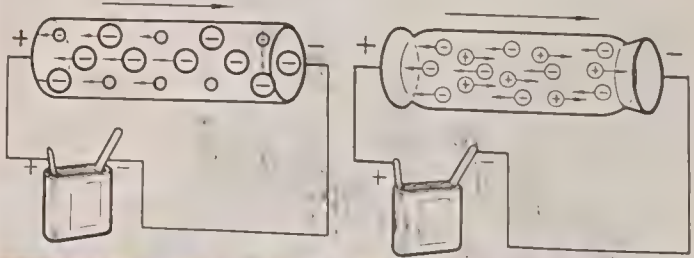
Kimyasal enerjiden elektrik akımı elde etmek piller ve akümülatörlerle olur. Piller ve akümülatörler iki kutup noktaları arasındaki sabit gerilim farkından dolayı, bir elektrik akımı

ELEKTRİK AKIMINDAN ÖRNEKLER

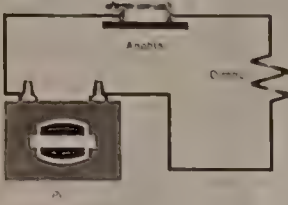
Elektrik gerilimi, akım harekete geçtiği zaman ortaya çıkar. Bu hareket sıvı, katı, gaz, ya da havası alınmış bir maddede ortaya çıkar.

Aşağıda soldaki şekilde, bir iletkenin bir ucundan öteki ucuna doğru hareket eden elektronların oluşturduğu akım gösteriliyor.

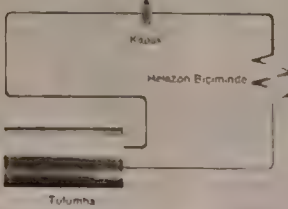
Telin her iki ucu da, tuzlu suya batırılmış bir pilin kutuplarına bağlanmış. Böylece, "+" yüklü elektronlar sağa, "-" yüklü elektronlar da sağa doğru hareket ediliyor (sağdaki şekil).



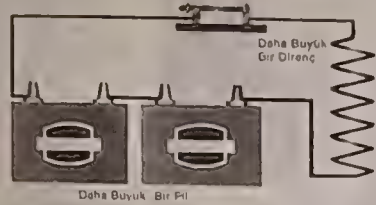
Elektrik Devresi



Su Devresi



Bir elektrik devresi, bir su devresiyle karşılaştırılabilir. Bir pil (tulumba) voltajı (basınç) sağlıyor. Akım, bir anahtarın (kapak) yardımıyla, kapatılıp açılabilir.



Devredeki dirençler ise, akımı azaltıp çoğaltabiliyor. Daha fazla voltaj (basınç) elde etmek için devreye büyük bir direnç yerleştirmek gerek.

yaratırlar. Böylece üreteç görevi görürler. En basit pil İtalyan fizikçi **Alexander Volta** tarafından geliştirilmiştir. Daha önce de kısa olarak gördüğümüz gibi bu pil ünlü fizikçinin kendi adıyla anılmaktadır. Şimdi bu üreteçleri teker teker inceleyelim.

Volta Pili

Cam bir kabın içine su, suyun içine de bir miktar sülfat asidi koyalım. Bir çinko, bir de kömür çubuk alalım ve bunları cam kabın içine birbirine değmeyecek biçimde batıralım. Sülfat asidi çinkoyu eritmeye başlayacaktır. Belli bir süre sonra bu çinkonun etrafında bir hidrojen tabakası oluşur. Dolayısıyla da, çinko çubuk negatif elektrik yüklenir. Öte yandan kömür çubuk ise pozitif elektrikçe kuvvetlidir. Her iki çubuğun sülfat asitli suyun dışında kalan uçlarını, bir bakır telle bağlayalım. Bakır tel iletkenidir. Dolayısıyla elektronca kuvvetli olan çinko çubuktan, kömür çubuğa doğru elektron akımı olacaktır. Bakır telin ortasına bir Voltmetre bağladığımızda, her iki uç arasında 1 Voltluk bir gerilim farkı olduğu ortaya çıkacak-

tır. Çinko çubuk negatif, kömür çubuk da pozitif elektrik yüklüdür, ve aralarında bir gerilim farkı vardır.

Elektrik Devresi

Bu basit Volta pilinde, biri çinko diğeri kömür çubuğun uçları olmak üzere, iki ayrı elektrik yüklü yön olduğunu gördük. Bu iki ucu her birine **Elektrik Kutbu** denir. Çinko negatif kutip, kömür pozitif kutuptur. Bu iki ucu birbirine bir iletkenle bağladığımızda, elektrik devresi tamamlanmış olur. Daha doğrusu bu iki kutbu birbirine bağlayan iletkene, elektrik devresi denir. Bu iletkeni kesersek, elektrik akımı olmaz. Dolayısıyla devre açılmış demektir. Tekrar bağladığımızda elektrik devresi kapanmış olur.

Elektrik Akımının Yönü

Elektrik akımının yönü elektron akımının olduğu yönün tersinedir. Elektron akımı bilindiği gibi negatif kutuptan pozitif kutuba doğru olmaktadır. De-

mek ki elektrik akımı, pozitif kutuptan negatif kutuba doğrudur. Yani (+) kutuptan, (-) kutuba doğrudur.

Elektrik Akımının Şiddeti

Bir elektrik devresinden birim zamanda geçen elektrik yükünün miktarına elektrik akımının şiddeti denir. Elektrik akımının şiddeti, şu formülle hesaplanır:

$$\text{Akım Şiddeti} = \frac{\text{Elektrik yükü}}{\text{Zaman}}$$

Bir zaman

Elektrik akımının birimi **Ampere**'dir. Akımın şiddetini ölçen alete de **Ampermetre** denir.

Elektrik Akımının Etkileri

Elektrik akımının üç türlü etkisi vardır. Şimdi bu etkileri sırayla inceleyelim:

a-) Manyetik Etki:

Bir pilin iki ucu arasına bağladığımız bir iletken telin yakınına bir pusula koyalım. Bu pusulanın ibresi hemen elektrik devresine,

yani iletken tele dik duruma gelir. Yani elektrik akımı etrafında bir manyetik alan yaratır ve pusulanın ibresini etkiler.

Isı Etkisi

Bir üretece bağlı iletken teli, devre kapandıktan bir süre sonra tuttuğumuzda ısınmış olduğunu görürüz. Demek ki elektrik akımı, bir ısı yaratmaktadır. Elektrik sobasının, ocağının ve ütüsünün rezistanslarının ısınması buna bir örnektir.

Kimyasal Etki

Buna basit bir örnek elektroliz olayıdır. Daha ilerde ayrıntılı olarak inceleyeceğimiz bu olay sonucu, elektrik akımı bazı maddeleri oluşturan elementlerin ayrışmasına neden olur. Bu da kimyasal etkisidir. Galvanoculuk bu etkiden yararlanılarak yapılmaktadır.

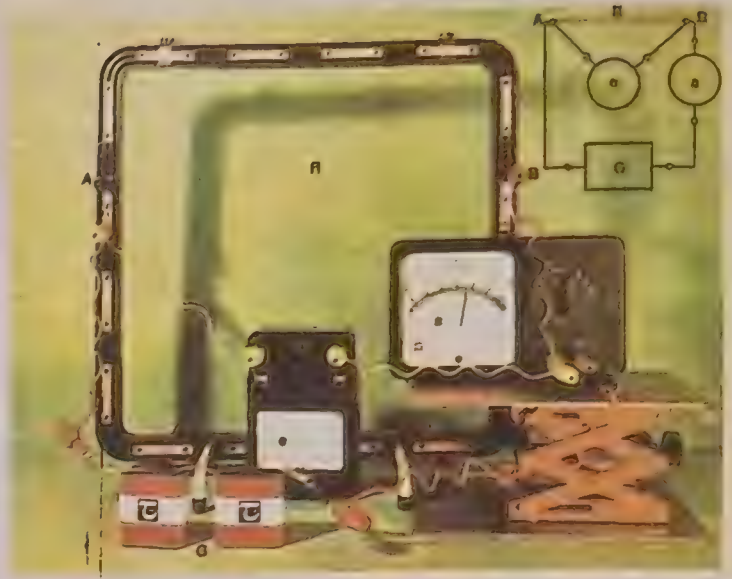
Ohm Kanunu

Alman fizikçi George Simon Ohm tarafından ortaya konan bu kanun, elektrik olayına temel teşkil etmektedir. Ohm Kanunu adıyla anılan bu kanun şöyledir: Gerilim farkı ile akım şiddeti arasında sabit bir oran vardır. Bunu formüle edersek şöyle bir sonuca varırız:

$$\text{Direnç} = \frac{\text{Gerilim farkı}}{\text{Akım şiddeti}}$$

Direnç Nedir?

Bazı cisimler daha az iletken, bazı cisimlerse daha çok iletkenidir. Örneğin bakır, kömüre oranla daha çok iletkenidir. İşte bu az iletken cisimlerin elektrik akımına karşı göstermiş olduğu dirence, elektrik dilinde de direnç denir. Bunu daha açıklığa kavuşturmak için bir deney yapmakta yarar vardır: Bir devreye bir Ampermetre ile bir Voltmetre bağlayalım. Aynı devreye bir de reosta takalım. Bilindiği üzere reosta direnci değişken bir araç-



tır. Devreyi kapadığımızda, her iki ölçü aletinden de bir rakam elde ederiz. Reostanın kolunu çevirdiğimizde, hem akımın hem de gerilim farkının değiştiğini görürüz. Reosta kolunu her çevirilişimizde, akım şiddetinin ve gerilim farkının birlikte değiştiğini görürüz. Bu deney aynı zamanda Ohm Kanunu'nun da bir kanıtı sayılabilir.

Çeşitli cisimlerin dirençlerinin farklı olduğunu görmüştük. Şimdi bunu açıklamaya çalışalım. Bazı cisimlerin atomlarındaki elektronların hareketleri düzensizdir. Bunun nedeniyse, bazı atomların fazla elektron vermesi ve doğada pozitif iyonlar şeklinde bulunmasıdır. Sadece kendi çekirdekleri değil, başka atomların çekirdeklerinde de dönme hareketi yapan bu elektronların hareketleri düzensizdir. Düzensiz elektronlar, hareketli elektronlar, herhangi bir elektrik akımı meydana getirmez. Böylece iletken içindeki hareketlerinin de bir dirençle karşılaşılır. Elektronların nötr atomlarla karşılaşmaları sonucu akım yavaşlar. Her iletkenin bir direnci vardır.

Direnç iletkenin çapıyla da orantılıdır. Elektronlar elbette

dar bir iletken üzerinde güç yol alırlar. Başka bir deyişle bir dirençle karşılaşılırlar. Geniş kesitli bir iletken, elektronların ilerlemesi içinde daha elverişlidir.

Çeşitli iletkenlerin öz dirençleri vardır. Bu basit rakamlar, bu cisimlerin dirençlerini hesaplamada yarar sağlar. Öz direnç birim kesit ve birim uzunluktaki bir iletkenin direncidir. Yani 1 cm uzunluğunda ve 1 cm² kesitinde bir iletkenin direncine denir.

Çeşitli iletkenlerin öz dirençleri şunlardır:

Bakır: 0,0039, Alüminyum: 0,0942, Cıva: 0,0007, Kömür: 0,0005, Gümüş: 0,0040, Demir: 0,0062, Platin: 0,0037

Herhangi bir iletkenin direncini hesaplamak için, şu formül-den yararlanılır:

$$\text{İletkenin direnci} = \frac{\text{İletkenin öz direnci} \times \text{İletkenin uzunluğu}}{\text{İletkenin kesiti}}$$

İletkenin kesiti

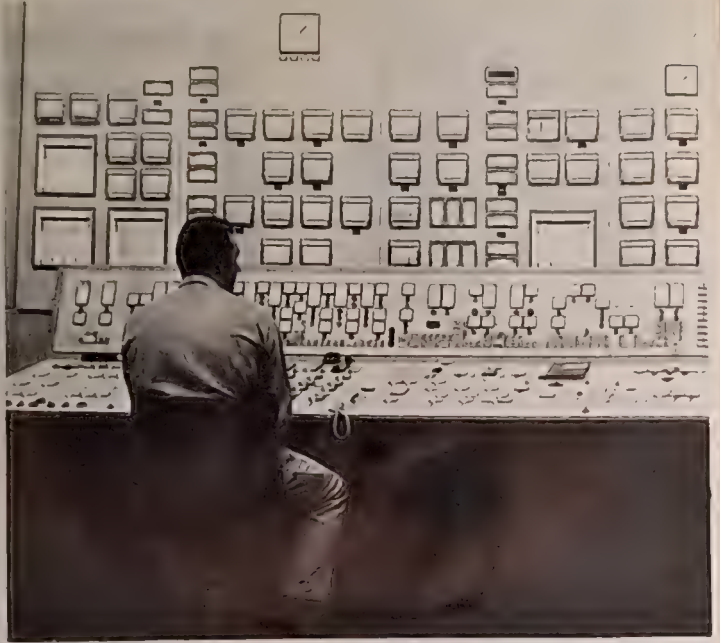
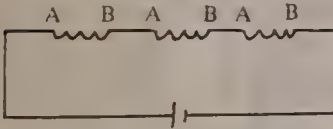
Direnç birimi Ohm'dur. Ohm madde olarak cıva esas alınarak elde edilmiştir. Yani sıcaklığı 0 derece, uzunluğu 106,3 cm, ağırlığı 14,4 gram, kesiti de 1 mm² olan bir cıva kolunun, elektrik akımına karşı göstermiş olduğu direnç 1 Ohm'dur.

Dirençler, Reostalar

Bir elektrik devresinde direnci arttırmak için, o devreye **direnç kutuları** ya da **reosta** denilen bölümler eklenir. Bu bölümler direnci yüksek maddelerden yapılmışlardır. Reostalar direnç ayarı yapılabilen araçlardır. Direnç istenildiği ölçüde yükseltir ya da düşürülür.

Dirençlerin Seri ve Paralel Bağlanmaları

Dirençler iki türlü bağlanırlar. Bunlardan birincisi seri, öbürü paralel bağlama. Altta ki şekilde de göreceğiniz gibi dirençlerin A ucunu B ucuna bağlanması sonucu meydana gelen devreye: **Seri bağlanmış dirençlerden oluşan bir devre** denir.



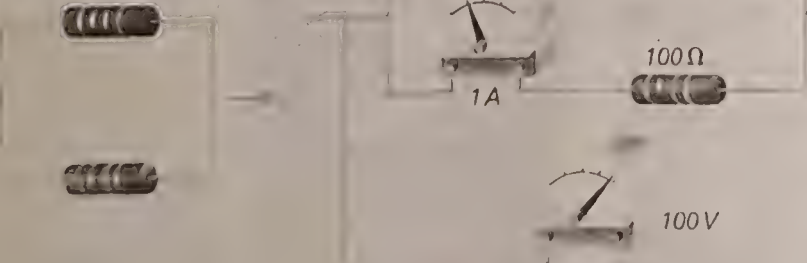
Büyük bir trafo merkezindeki kontrol odası, bu karmaşık işlemleri çözümlmek için

yüzlerce ölçü aletiyle doludur (üstte)

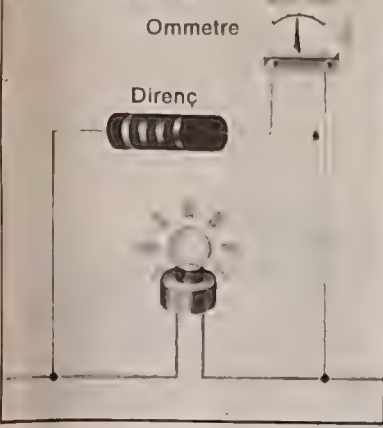
Seri Bağlı Dirençler



Paralel Bağlı Dirençler



Volta metre



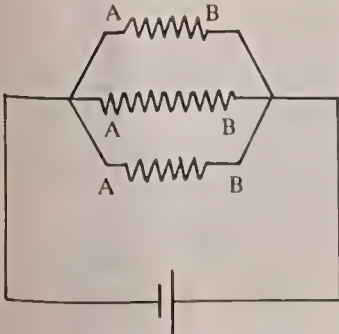
Seri bağlanmış dirençlerin toplam değerini hesaplamak için, hepsinin mutlak değeri toplamak gerekir. Yani R₁, R₂, R₃ dirençlerinin hesaplanmasını şu şekilde formüle edebiliriz:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Bunu bir örnekle açıklığa kavuşturalım. R₁ direncinin değeri 4 Ohm, R₂ direncinin değeri 6 Ohm, R₃ direncinin değeri de 2 Ohm olsun. Bu üç direncin toplam değerini şu şekilde buluruz:

$$R-4-6-2 \\ R-12 \text{ Ohm.}$$

Dirençlerin paralel bağlanmasına gelince, gene aşağıdaki şekilde göreceğiniz gibi üç direncin A uçlarıyla B uçlarını birbirine bağlamak yoluyla yapılır.



Bu bağlama şeklindeyse, dirençlerin hesaplanması farklıdır. Paralel bağlı dirençlerin toplam değerini hesaplamak için, şöyle bir formülden yararlanılır:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

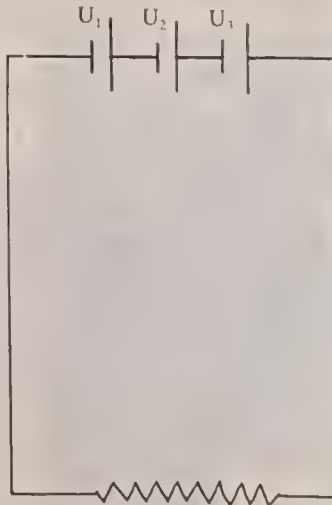
Bu formülü de bir örnekle açıklığa kavuşturmaya çalışalım: Gene R₁ direncinin değeri 1, R₂ direncinin değeri 2, R₃ direncinin değeri de 4 Ohm olsun.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

$$R = \frac{4}{7} \text{ Ohm'dur.}$$

Dirençlerin yani yüklerin, seri ve paralel bağlanması olabileceği gibi, üreteçlerin de seri ve paralel bağlanması olabilir. Üreteçlerin de, her iki bağlama sisteminde toplam değerlerinin hesaplanması, aynı formüllerden yararlanılarak yapılır.

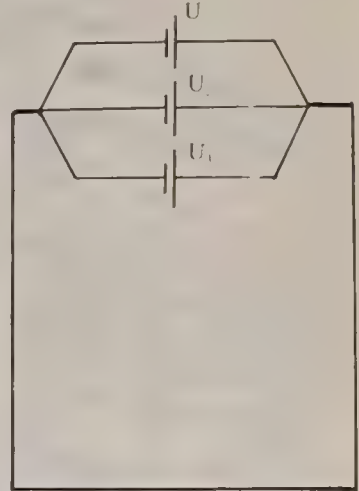
Seri bağlanan bir üreteç, şematik olarak aşağıdaki şekilde gördüğünüz gibidir.

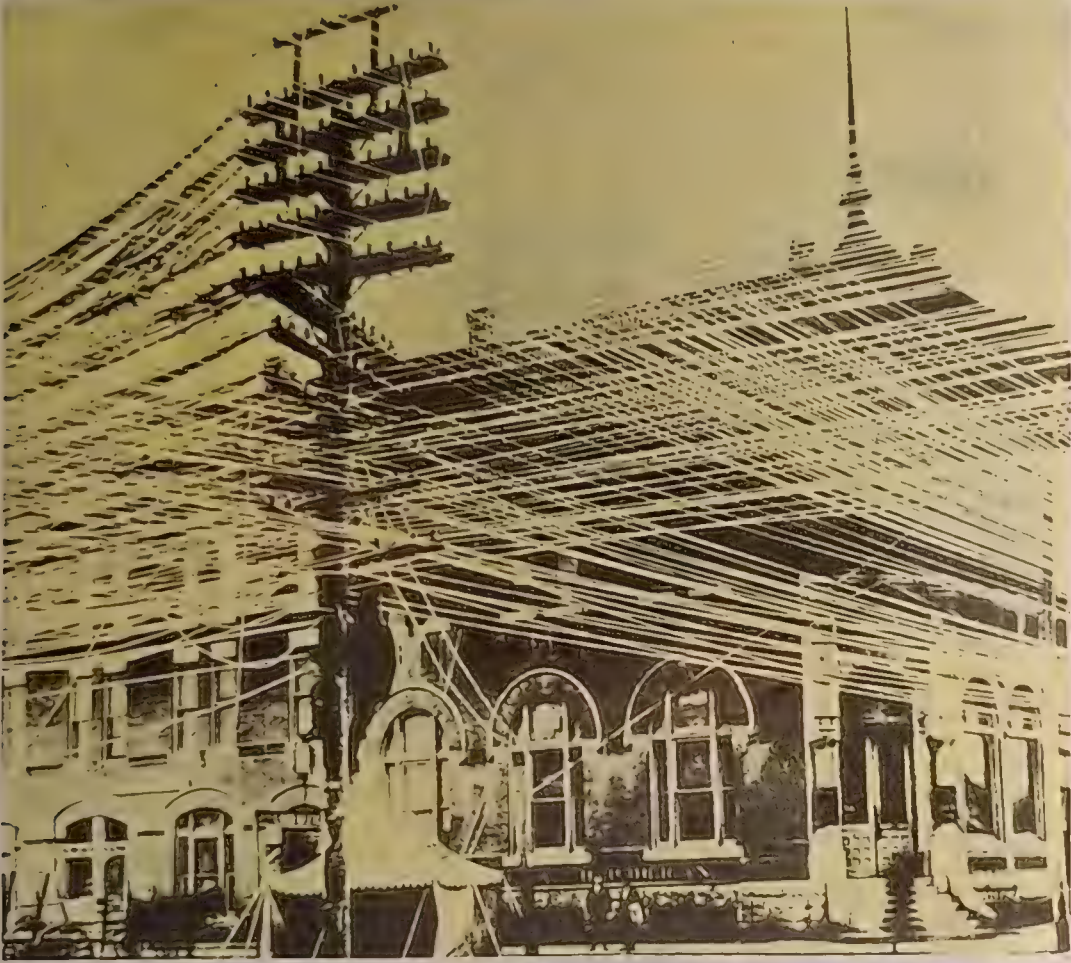


Toplam gerilim farkının hesabı ise şu formülle elde edilir:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

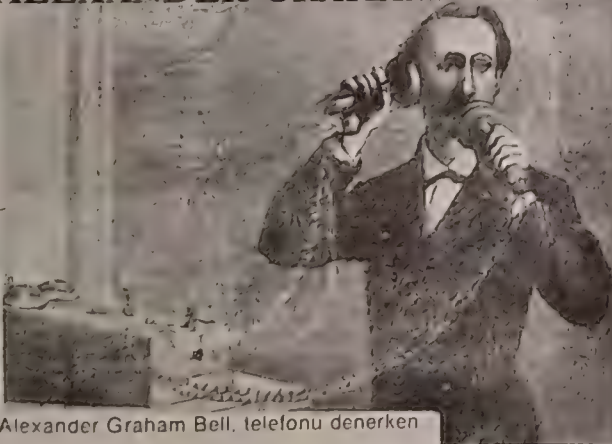
Paralel bağlanmış üreteç ise şu şekilde gösterilir:





Elektrik ilkönceleri yalnızca bir güç kaynağı olarak kullanılmadı. Telefonun yaygınlaşmasıyla, iletişim aracı olarak da kullanıldı. Resim Alexander Graham Bell'in 1876 yılında telefonun patentini almasından birkaç yıl sonra, Chicago'da çekildi (üstte).

ALEXANDER GRAHAM BELL



Alexander Graham Bell, telefonu denerken

Telefonun bulucusu olan Alexander Graham Bell'in araştırmalarında ortaya çıkan en büyük sorun, insan sesinin titreşimlerini elektrik sinyallerine dönüştürülüp, bunları vericiden bir tel boyunca geçirip alıcı uçta bu sinyalleri ses titreşimlerine dönüştürmekti. Bell, ortasına bir bir demir parçası takılmış deri diyaframla bir deneme yaptı. Ses dalgaları bu diyaframa çarpınca bunu titreştiriyordu. Takılı olan demir parçası da hareketlenince elektromagnetik bobinde elektrik akımı doğuruyordu.

Elektrikli Mıknatıslar

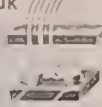
Çok hafif sapma



Manyetik alan



Demir
çubuk



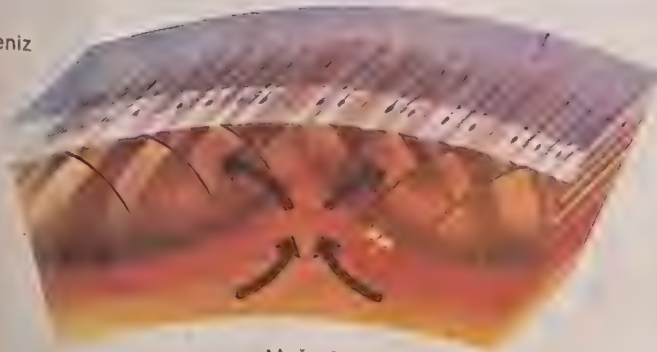
Pusulanın ucu, Dünya'nın manyetik alanına göre durmakta. Telin içinden geçen akım, Dünya'nın manyetik alanını etkileyecek bir manyetik alan yaratır. Bu alanın yarattığı dairesel şekiller, pusulayla gözlemlenebilir. Teli bir bobin

haline getirdiğimizde daha güçlü bir manyetik alan meydana getirir. Bu bobini mıknatıs gibi düşünersek, daha fazla sarım, mıknatısın gücünü artırır. Bobinin içinde demir bir çubuk yerleştirmek de aynı sonucu verir (üstte).

Deniz Yatağının Manyetik Haritası

Deniz yatağı

Deniz



Mağma

ELEKTRİK akımının etkilerini açıklarken, manyetik etkisine de değinmiştik. Şimdi bu konuyu daha ayrıntılı olarak inceleyeceğiz. Dünya, gezginlerin ve kâşiflerin pusulalarını bir anda etkisi altına alan bir mıknatıstır. Acaba, diye düşünebilir insan. Güney ve Kuzey Kutupları yakınlarında çok geniş manyetik alanlar mı var? Acaba bu doğal manyetik kalıntılar yüzünden mi pusulalar hep kuzeyi gösteriyor? Hayır, dünyada bu tip kalıntılar yoktur. Üstelik yılda 10 km batıya kayan manyetik kutupların bu biçimde açıklanması olası değildir. Dünya üzerindeki manyetik alanın gerçek nedeni, yerin yüzlerce kilometre altında varolan elektrik akımıdır. Bu bölgede bulunan eriyik kütlenin içindeki metaller, çok iyi birer iletkenlerdir. Bu iletkenlerin yardımıyla akım, sürekli olarak dünya içinde dönüp duruyor. Bu akımın şiddetini tahmin edebilmek için şöyle bir deney yapabiliriz. Önce elimize bir pusula alıp, onu gücünü bildiğimiz bir manyetik alanın etkisine sokarız. İş daha kolaylaştırmak için, pusulayı bir metre uzaklıktan etkisi altına alabilen bir manyetik alan yaratıp, sonra da bu alanı yaratan akımın şiddetini ölçeriz. O değeri birkaç yüzbin ile çarptığımızda, dünyanın içinde bulunan akımın şiddetini yaklaşık olarak bulmuş oluruz. Bu da oldukça büyük bir değer çıkar.

Yıllar geçtikçe bu akımın şiddeti değişiklik gösterir. Bu da,

Dünya'nın manyetik alanı, birkaç yüzbin yılda bir tersine döner. Yani ilk insanın varlığından bugüne kadar yaklaşık altı kez değişmiştir. Manyetik etkiler Atlantik Okyanusu'nun ortasından çıkan kayaların üzerinde donmuş bir halde bulunduğundan, bu dönüşümler rahatlıkla izlenebilmiştir (solda).

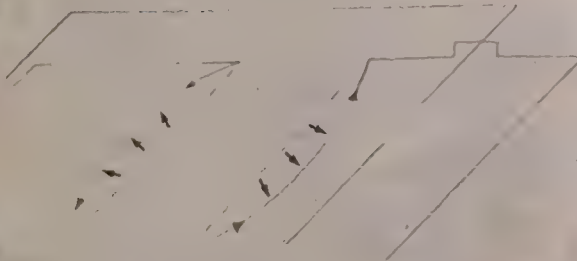
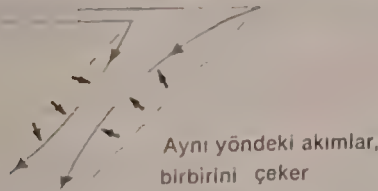


Güneş'in çevresi, tutulmalar sırasında Dünya üzerinden rahatlıkla görülebilmektedir. Çevrede bulunan sıcak tabaka, parlak bir biçimde dışarı fışkırmaktadır. Parçacıklar, manyetik güç çizgileri üzerine yerleşir ve zamanla rüzgârları oluşturur (solda)

manyetik kutupların yer değiştirme hızını artırır. Hatta çok uzun bir zaman sonra, Kuzey ve Güney Kutupları yer bile değiştirebilir. Bu olay, son olarak 20.000 yıl önce gerçekleşmiştir. Bu tip saptamalar, insanlar tarafından özel olarak değil de, birtakım rastlantılar sonucu ortaya çıkarılır. Yukarıda sözünü ettiğimiz olay da, manyetizmanın sıcaklığının değişmesiyle ilgili olarak durdurulup, yeniden başlatılabileceği anlaşıldıktan sonra ortaya çıkmıştır. Yaklaşık 4000'nin altında, demirin üzerinde bulunan manyetizma dondurulabilir ve o istenildiği kadar saklanabilir. Daha yüksek sıcaklıklarda, etkisinde bulunduğu manyetik alanın, yoksa Dünya'ninkine göre manyetizma yönü belirlenir. Bu nedenle, ocaklar ve fırınlar da en son kullanıldıkları zamanın manyetizma yönünü içlerinde saklı tutarlar. Yani, yukarıda belirtilenler yardımıyla, binlerce yıl öncesinin manyetik kutupları belirlenebilir.

Manyetik Güneş

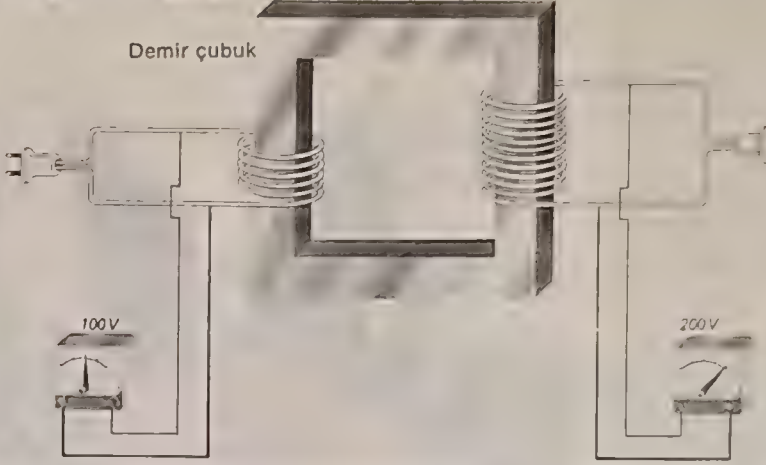
Güneş'in de yarattığı bir manyetik alan vardır. Kuşkusuz bu alan da, Güneş'in içinde bulunan elektrik akımları nedeniyle oluşmuştur. Güneş tutulmalarında, bu manyetik alanın yönü kolaylıkla görülebilir. Çevresinde bulunan sıcak atmosfer tabakası, bu alanın etkisinde kalarak, man-



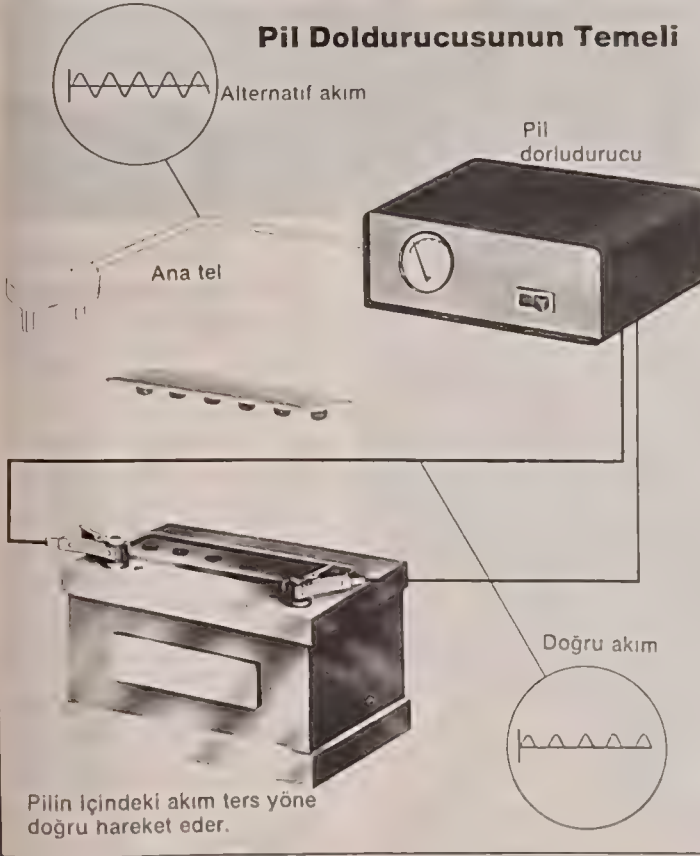
Aynı yöndekiler ise birbirini iter

Bir akım, çevresinde manyetik alan oluşturduğu için, iki akımın bir diğeri üzerinde kuvvet uygulaması pek şaşırtıcı değildir. Kuvvetin yönü ilginçtir. Aynı yüklerin ya da benzer kutupların birbirini itmesi kuralına karşın, aynı yöndeki akımlar birbirini çeker (solda).

Transformatörün Temeli



Pil Doldurucusunun Temeli



Alternatif akımın en önemli avantajlarından biri, güç kaynağının voltajının transformatör kullanarak kolaylıkla değiştirilebilmesidir. Giren voltajın çıkan voltaja oranı, giriş tarafındaki bobin sarımının çıkış tarafındaki bobin sarımına olan oranına eşittir (üstte).

Pil doldurucu, ana voltajı, pilinkinden biraz daha yüksek bir değere dönüştürür, sonra da tek yönde akması için doğrultur (solda).

Manyetik Bobinler

Bir sarımlık tel, Dünya'ninkine ya da Güneş'inkine benzer bir manyetik alan yaratır. Bu sarımları artırdığımızda, sarım sayısı ile orantılı olarak yaratılan manyetik alanın gücünü artırabiliriz. Bu amaçla hazırlanmış çok sarımlı tellere **bobin** adı verilir. Manyetik alanın gücünü daha da artırmak içinse, bobinin içine bir demir çubuk sokulur. Bu demir çubuğun üzerinde oluşan değişimlereyse daha sonra değineceğiz.

Akımlar

yetizmanın yönüne göre biçimini alır. Dünyanın yarattığı manyetik alan da Güneş'inkine benzer,

ama bizim oyle parlak bir atmosferimiz olmadığı için, bunu gözle göremeyiz.

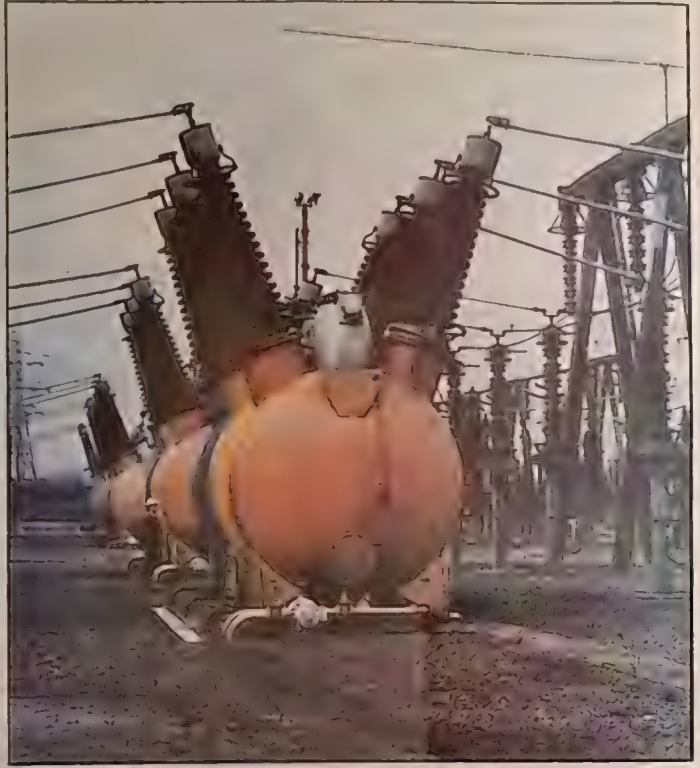
Eğer iki bakır tel yanyana koyarsak ve bunların içine birden akım verirsek, tellerden her

biri diğeri için bir manyetik alan oluşturur. Ancak bunun gerçekleşmesi için tellerin ikisinden de akım geçmesi gereklidir. Yalnızca bir telden geçen akım, karşılıklı manyetik alan oluşumunu sağlayamaz. Karşılıklı oluşturulan manyetik alanlar, tellerin birbirini çekmesine ya da itmesine neden olur. Eğer tellerden geçen akımlar aynı yöne doğruysa, teller birbirini çeker. Eğer aynı yöndeyseler, teller de birbirini iter. Bunun nedeni, manyetik alanı oluşturan akımın içinde bulunan kuvvettir. Ama şöyle düşünelim: Aynı yükler (örneğin iki negatif yük), birbirini iter. Ancak, bu yükler birbirlerine paralel olarak hareket ederlerse aynı yöne doğru giden iki akım oluştururlar ve birbirilerini çekerler. Bu yüklerin, birbirlerinden ayrılmalarına neden olan elektrik kuvvetini etkisiz kılabilmek için ne derece kuvvetli bir manyetik alan oluşturmaları gerektiğini düşünebiliriz. Bu sorunun yanıtını bulan ilk kişi, XIX. yüzyıl sonlarında elektromanyetizma kurallarını saptayan Maxwell'dir. Bu iki kuvvetin birbirlerini niçin etkisiz kılabileceklerini açıklayabilen ilk kişi de Einstein'dir ve bunu 1905 yılında gerçekleştirmiştir.

Elektrik Gücü

Manyetik Alanların Değiştirilmesi

Eğer bir mıknatıs, herhangi bir devre içinde bulunan bir telin çevresinden geçerse, o devreden, mıknatısın yarattığı etkiyle orantılı bir akım geçer. İçinden akım geçiren bir bobin de, tıpkı mıknatıs gibi çevresinde bir manyetik alan oluşturur; aynı şekilde bir akım yaratır. Ancak bu işi yapabilmesi için bobini hareket ettirmemiz gerekmez. Eğer bobin üzerindeki akım değiştirilirse, manyetik alan da değişir ve aynı biçimde tel üzerinde bir gerilim oluşturulur. Manyetik alanlarda gerçekleştiril-



len değişimlerin gerilim meydana getirdiğini bulan Faraday, günümüz transformatörlerinin ilk temel kuralını koyduğu için, bu konuda çok önemli bir aşama kaydedilmesini sağlamıştır.

Transformatör

Çalışan bir transformatörün içinde, manyetik alanı bir bobinden öbürüne aktarmak amacıyla yerleştirilmiş bir emir devre vardır. Bu o kadar etkilidir ki, iki bobin üzerinde bulunan gerilimler arasında çok basit bir ilişki vardır: Bobinlerin içindeki sarımlarla orantılıdırlar. (Eğer demir kullanılmazsa manyetik alanın bütünü diğer bobine aktarılmaz ve elde edilen gerilim, bu kuralın belirttiğinden daha az çıkar.)

Gerilimi bu biçimde kontrol edebilmek ve çevirebilmek, çok yararlı bir iştir. Ancak unutmamak gerekir ki, gerilimi yaratan manyetik alandaki değişimdir.

Manyetik alan arttıkça akım bir yöne, azaldıkça öbür yöne doğru hareket eder. Akımı aynı yönde tutabilmek için sürekli manyetik alanı arttırmak olanaksızdır. Bunun yerine manyetik alan değişmeli olarak bir artırılır, bir azaltılır. Bu şekilde ikinci bobinde akımı her zaman vardır, ancak yarı zamanda bir yönde, öbür, ayrı zamandaysa ters yönde hareket eder. Bu akıma alternatif akım, ya da yalnızca a.c. denir. Pilin oluşturduğu ve sürekli aynı yönde olan akıma da doğru akım ya da d.c. denir.

Transformatörlerin sağladığı avantajlar o kadar fazladır ki, hemen bütün endüstriyel alanlarda ve evlerde a.c. kullanılır.

A.C. Kullanımı

Alternatif gerilim, bütün güç terminallerinde sinüs eğrisi diye bilinen düzgün bir değişkenlik eğrisi kullanılarak elde edilir. Bu

eğri, hesap makinesi olanlara, açının fonksiyonunu gösteren eğri ile yakın, benzer gelebilir. Sinüs eğrisinin özellikleri, onun başka bir seçenek bırakmamacasına seçilmesini sağlamıştır. Alternatif akımın frekansı, saniyede tamamladığı devir sayısı ile ölçülür. Günümüzde, birim devir/saniyeye Hertz adı verilmektedir. Bütün ülkelerin kullandığı elektriğin frekansı aynı değildir, ama hepsi yaklaşık olarak 50 ile 60 Hertz arasında değişir. Ayrıca ülkeler arasında en kullanışlı gerilim değeri konusunda da bir ayrılık vardır. Birçok ülke 240 voltluk bir gerilim kullanırken, Amerika Birleşik Devletleri'nde 110 voltluk gerilim kullanılmaktadır. Düşük gerilim (ya da voltaj) daha tehlikesizdir, ama daha kalın tel kullanımı ve aynı miktardaki bir gücü taşımak için iki katı akımın geçirilmesini gerektirir.

Gerilimler, transformatörler yardımıyla bir değerden başka bir değere kolaylıkla dönüştürülebildiği için, başka bir ülkeden alınmış bir elektrikli aletin, başka ülkelerde çalıştırılması pek sorun çıkarmaz. Ancak, frekans farklılıkları oldukça büyük sorunlar çıkarabilir. Örneğin saatler, zamanlama aletleri, pikaplar, belirli bir frekans düzeninde çalıştırılmak üzere yapılmışlardır ve genelde bunların frekans ayarları değiştirilemez. Bununla birlikte kuvarz kristali kullanarak kendi frekanslarını kendileri üreten aletlerin yapımına gittikçe daha fazla ağırlık verilmektedir. Yalnız, bunun da bir sakıncası vardır. Bu tip aletler çok daha pahalıya mal olmaktadır. Frekans farklarının yarattığı daha önemli bir sorun da, transformatörlerle ilgilidir. Transformatörlerin içinde bulunan demir çubuklar ve bobinler de, belli bir frekans için ayarlanmıştır. Değişik frekans düzenlerinde çalıştırılan transformatörlerin randımanı azalır, bu da o transformatöre bağlı olarak çalışan aletin gereğinden fazla ısınmasına ve zamanından öne bozulmasına yol açar.

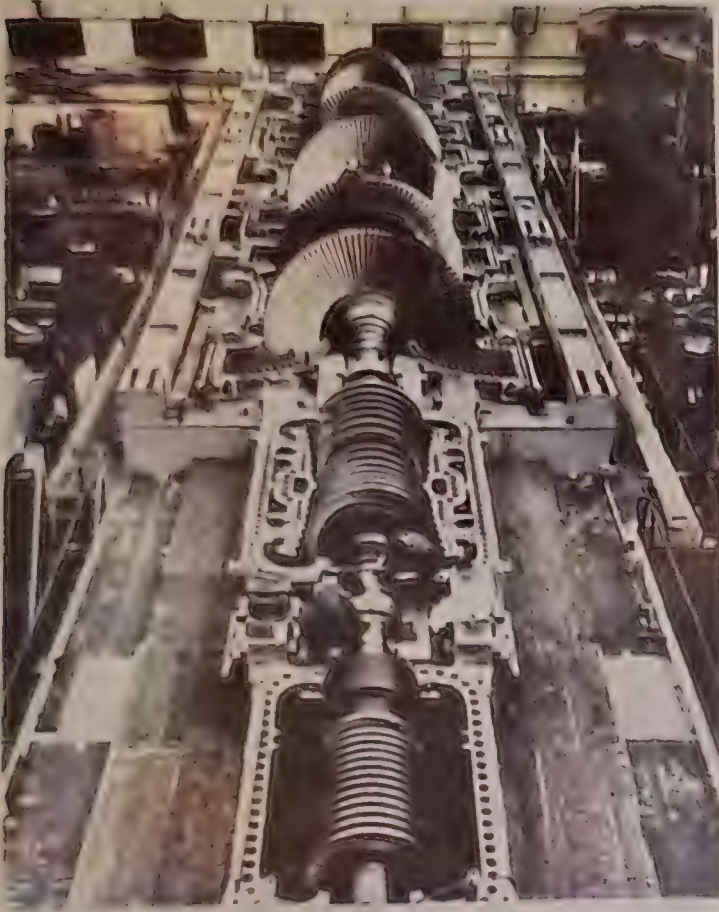
A.C.'den d.c. Üretme

Pillere elektrik yüklerken, radyo ve televizyonlarda, d.c. gerekebilir. Bu da, tek yöne su verebilen bir vananın elektriksel eşdeğeri bir sistemle üretilir. Bu sisteme doğrultucu adı verilir. Doğrultucu, kalanların aynı yönde olacağı şekilde, alternatif akımın uç değerlerini keser. Akımın sabitleştirilmesi için, arada bir kapasitör kullanılır. Kapasitörün buradaki temel işlevi de,

kendisine elektrik yüklemek ve geride kalan uç değerlerin arasında akım yaratmaktır. Yani sürekli dolup boşalır. Elde edilen akım, tam olarak sabit olmasa da, genelde birçok yerde kullanılacak kadar düzgündür.

Transformatörler, elektrik üreten sistemlerin gerekli birer parçasıdır. Bir yerden başka bir yere aktarılan yüksek voltajlar, kullanıma girmeden önce düşürülür (altta).





Elektrik Kullanımındaki Artış



Elektrik Üretimi

Sanayide Elektrik

TEKNİK ve sanayi, soru yüzyılda, özellikle son elli yılda, insanlık tarihinin herhangi bir devresinden daha hızlı ilerlemiştir. Eninde sonunda her ülke, ya kendi teknolojisini geliştirerek, ya da dışardan ithal ederek bu ilerlemeden etkilenmektedir. Bu ilerleme, insan zekâsının gelişmesinden mi olmuştur, yoksa birbiri ardına gelişen bilim mi bu düzeye varmıştır? Yoksa elektrik enerjisinin ve getirdiği olasılıkların son elli yılda on katı artması mı, teknolojiyi etkilemiştir? Bu son yanıt, hiç

kuşkusuz bugün sanayileşmiş ülkelerin hepsinde geçerlidir.

Elektriğin Kaynakları

Elektrik gücü uzun mesafelere gönderilebildiği için, enerji kaynaklarından herhangi biri elektrik enerjisine çevrilebilir.

50 milyon nüfusu olan ve 25 ana-güç santrali bulunan bir ülke düşünelim. Her bir enerji santrali iki milyon kişiye hizmet verecektir. Bu ülke çağdaş ve sanayileşmişse, kişi başına elektrik tüketimi 1,000 watt olacaktır. O yüzden, her santral 2,000 megavatlık elektrik üretmek zorundadır.

Ülke sanayileşmişse; ortalama tüketim çok daha az, örne-

ğin kişi başına 100 watt olacaktır. O zaman her güç istasyonu sadece 200 megavat üretecektir. Bu sayı da, enerji santralini işletmek için yeterli değildir.

Kömür Gücüyle Enerji Üreten Santraller

Yılda 2,000 megavat üretebilmek için, kömür gücü kullanan bir santral, 600.000 ton kömür kullanır. 25 santral için. Bu toplam 15 milyon ton kömür anlamına gelir. Bu da yüzlerce madencinin mühendisin, teknisyenin çalışması anlamına gelir.

200 megavatlık bir santral daha az madenci ve teknisyen gerekecektir. Ama sistemin bakımı bir hayli zordur.



Elektrikli Gereç Kullanan Evlerin Sayısındaki Artış



İngiltere'nin kuzeyinde yer alan ve kömürlü türbinlerde çalışan Drax istasyonundan bir görünüm. Buhar, uçlara doğru ulaştıkça genişleyerek türbine giriyor (solda üstte)

Su Enerjisi

Eğer ülke, yüksek dağlarda göllere, bol yağmura sahip olacak kadar talihliyse, su gücünün önemli bir bölümünü kullanabilir. 50 metre derinliğinde, 1000 kilometre kareyi kaplayan 2000 megawattlık su depoları yapmak gerekir. Doğal göller depo olarak yeterli olamazlar. Suyu depolamak için, mümkün olduğu kadar yüksekçe çok gelişmiş barajlar kurulmuştur.

Elektrikli gereçlerin kullanımı, özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından başlayarak, olağanüstü derecede artmıştır (üstte)

Su depolarının önemli bir kullanılış biçimi vardır. İstek düşük olduğu zaman, fazla enerjiyi depolama sorunu çözülmüş olur. Kömür, petrol ve nükleer enerji üreten santraller, en yüksek kapasitede çalışmak zorundadırlar. Öte yandan modern enerji kaynakları (rüzgâr, dalgalar) doğal olarak kontrol edilemezler ve isteği karşılayamazlar. Bunun bir çözüm yolu, istek az olduğunda fazla enerjiyi küçük bir depoya pompalamak ve daha sonra kullanmaktır.

Güneş Enerjisi

Her enerjinin temelinde güneş vardır. Yine de, "Güneş enerjisi" terimi, güneş ışığını elektrığe dönüştürmeye, ya da suyu ısıtmak için güneşten yararlanmaya denir. Üzerlerine ışık düştüğünde, voltaj üretmeyen pek çok madde vardır. Uydulardaki güneş panoları gibi, fotoğraf makinesinin ışık ölçüğünde de bu tip maddeler kullanılır. Ama enerji santrali olarak bu yöntemle enerji üretmek çok pahalıya mal olur. Başka bir yöntem kullanılarak, güneş ışınları bir kaynağıda toplanır. Kaynatıcı buharlı türbini işletir. Bu tipteki ilk güneş enerjisi üreten santral, çok güneşli Sicilya'da kurulmuştur.

Alan Değiştirme

Hareket Eden Mıknatıslar

BİR ampermetreniz varsa, hareket eden bir alanın voltaj ürettiğini kolaylıkla anlayabilirsiniz. Ampermetrenin artı kutubundan eksi kutubuna bir tel bağlayın ve telin yanından bir mıknatıs geçirin. Mıknatıs ne kadar hızlı hareket ederse, ampermetrenin gösterge iğnesi de o kadar hızlanacaktır. Teli ne kadar çok sararsanız, voltaj da o kadar yükselecektir. Tabii akım da yükselecektir. Bu tür elektrik üretimi ilk kez Faraday tarafından keşfedilmişti. Bu tip üretim dev enerji santrallerinde olsun, bisiklette olsun her dinamoda kullanılır.

Manyeto

Motosikletlerin, çimen biçme makinalarının ve taşınabilir jeneratörlerin bujileri için elektrik üretmek gerekir. Bu, manyeto denilen bir aygıtla gerçekleştirilir. Üzeri tel sarılı bir tekerleğin üzerine mıknatıs yerleştirilir. Manyetoda en önemli nokta telin demir üzerine sarılmasıdır. Böylece manyetik alanın gücü artar. Manyetoda akım telde meydana gelir. Bu akım bujileri harekete geçirmek için kullanılır. Motor çalışmaya başladığı zaman, mıknatısı tutan tekerlek motor tarafından döndürülmeye başlanır. Motor çalıştırmak için kullanılan enerji, mekaniktir. Tıpkı, bir kolu çevirmek ya da bir ipi çekmek gibi.

Mikrofon

Mikrofonun görevi, minicik ses enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmektir. Mikrofon tarafından üretilen elektrik voltajındaki değişimler, ses dalgalarındaki basınç değişiklikleriyle aynı olmalıdır. Bu uyum ne kadar iyiye, ses de o kadar doğal olur. Pahalı mikrofonlarda, ses dalgalarıyla titreşim yapan bir diyalram mıknatısla hareket eden minik bir tel taşır.



Bir elektrik santralinin jeneratörü (üstte)

İster mıknatıs helazonun içine girsin, ya da helazon mıknatısın içine girsin sonuç değişmez. Elektrik üretilmiş olur. Santrallerde de, yukarıdaki benzer bir yöntem kullanılarak, elektrik üretilmektedir (altta)

Güç Üretimi



Hareketli Bobin Mikrofonu

Değişebilen oynak bobin
Uç ıgnelli bağlayıcı

Ses süzgeci



Dış kurşun

Manyeto

Fazla ısınmasını
önleyen kablo

Isıtıcı bobin

Bobin

Mıknatıs



Mikrofonda ses dalgaları, mıknatısın içindeki bobinlerin titreşmelerini sağlarlar. Bu değişken dalgalar ses dalgalarının çoğaltmasına neden olurlar veya bu dalgalar megafon ile direkt olarak aktarılabilmektedir (üstte).

Manyeto motor devreleri ve diğer ufak makinalara güç sağlayan (veren) düzenli bir tür jeneratördür (altta)

Manyetik alan değiştiği için, voltaj telde oluşur. Bir amplifikatör yoluyla voltaj telden alınır ve hoparlörler için sonsuz güç üretir.

farklı direnç ve farklı gerilimli devreler kullanarak, karşılaştırma yoluyla elektromotor kuvvetlerinin hesaplanmasına denir.

Elektrik Akımının Isı Etkisi

Elektrik akımının çeşitli etkileri olduğunu görmüştük. Bunlardan biri de ısı etkisidir. Birkaç örnek vererek konuya girelim. Üzerinden elektrik akımı geçen bir iletken teli, bir süre sonra tuttuğumuzda, ısındığını görürüz. Yanan bir elektrik ampulü bir süre sonra elle tutulamayacak kadar ısınır. Buradan anlaşıyor ki, elektrik akımının bir ısı etkisi vardır. Şimdi bu etkiyi bilimsel açıdan inceleyelim.

Bir elektrik devresi alalım. Uçlarında belli bir gerilim farkı bulunan bir üretece bağlayalım. Yani bu üreteç tarafından beslenir. Devreyi tamamlayan iletken telden, devre kapanınca bir akım geçer. Bir başka deyişle, devrenin ucu arasındaki gerilim farkından doğan bir elektron akımı başlayacaktır. Bu elektron akımı, iletken içinde gelişir. Bu elektronlar iletken içinden ilerlerken, çeşitli iyonlarla ve atomlarla çarpışırlar veya sürtünürler. İşte bu sürtünmeden ısı meydana gelir. Direnci yüksek olan iletkenlerde sürtünme ve çarpışmalar daha fazladır. Bu yüzden daha fazla ısınırlar. Elektrik akımının bir enerjisi olduğunu biliyoruz. İşte bu enerji, bu kuramla ısıya dönüşmektedir. Yani elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir. Bu enerjiyi şu formülle hesaplayabiliriz:

Enerji = Direnç x Akımın karesi x Zaman

Elektromotor Kuvvetinin Ölçümü

Bir üreticinin elektromotor kuvveti iki yolla ölçülür. Voltmetre ile ve karşı koyma yoluyla.

Bir üreticinin iki kutbu arasındaki gerilim farkını, bir voltmetre ile ölçtüğümüzde, onun elektromotor kuvvetini de ölçmüş oluruz.

Karşı koyma yöntemi ise,

Bunu bir örnekle açıklığa kavuşturalım:

Enerji Joule cinsinden, direnç Ohm cinsinden, akım şiddeti amper cinsinden, zaman ise saniye cinsinden alınmalıdır.

Elimizdeki devrenin direnci 6 Ohm, akımın şiddeti 8 amper olsun. Bu evrenin 10 saniyede yaptığı işi hesaplamak için şöyle bir işlem yaparız:

Enerji = Dineç x Akımın karesi x Zaman

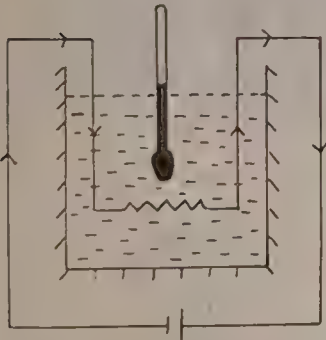
$$\text{Enerji} = 6 \times 8^2 \times 10$$

$$\text{Enerji} = 6 \times 64 \times 10$$

$$\text{Enerji} = 384 \times 10 = 3840 \text{ Joule}$$

Elektrik Akımının Isısını Ölçme

Akımın verdiği ısıyı ölçmek için, basit bir deney yapmak gereklidir. Bir cam kap alalım. Bu kabı dışardan herhangi bir sıcaklık almaması ve vermemesi için iyice izole edelim. Bir iletken telin ortasına, direnci belli bir iletkeni, spiral şeklinde saralım. Daha sonra suyun içine batıralım. Devre ucunu da bir üretece bağlayalım. Devreyi kapamadan önce, suyun sıcaklığını ölçelim.



Doğaldır ki, bunun içine batıracığımız termometre ve kabın ilk sıcaklığını da, su oranında hesaplayalım ve bu sıcaklığa ilk sıcaklık diyelim. Ardından devreyi kapatalım. Yani devreden elektrik akımının geçmesini sağlayalım.

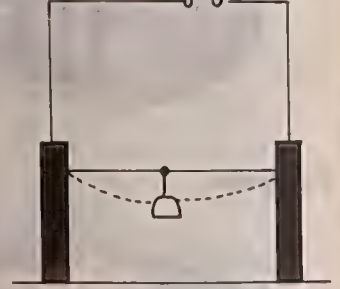
Bir süre sonra termometrenin başka bir dereceyi gösterdiğini farkedeceğiz. Demek ki elektrik devresi bir ısı vermiş ve su ısınmıştır. İkinci ölçtüğümüz sıcaklığa da, son sıcaklık adını veririz. Aynı formülle de akımın yaptığı işi hesaplarız.

İşte buraya kadar olan bulguları, Joule adlı bilginin borçluyuz. Elektrik akımının verdiği ısıyı ve onun yaptığı işi hesaplayan formül de bu ünlü bilginin kendi adıyla anılır. **Joule Kanunu** dediğimiz bu formülü tanımlayacak olursak; bir iletkenin yayılan ısı miktarı, o devrenin direnci, elektrik akımının karesi ve bu akımın süresiyle orantılıdır.

Isı Etkisinden Yararlanılarak Yapılan Ölçü Aletleri

Elektrik akımının ısı etkisinden yararlanılarak çeşitli ölçü aletleri yapılmıştır. İşte bu etkiyle yapılan ölçü aletlerini tanımaya çalışalım. Bu ölçü aletleri ayrıca, cisimlerin sıcaklık etkisiyle gen-

leşme kuramına da dayanmaktadır. İki metal arasına gergin olarak bir iletken tel bağlayalım. Fakat telin çok gergin olmasına dikkat edelim. Tam ortasına da bir ağırlık bağlayalım. Yalnız bu ağırlık, telin gerginliğini bozmasın. Bu iki metal parçasına elektrik akımı verelim. Belli bir süre sonra tel ısınmaya başlayacaktır.



Daha sonra da, tıpkı bir elektrik ampulünün flamanı gibi kızarmaya başlar. Bilindiği gibi ısının

Bu televizyonunun içindeki manyetizmanın ekrandaki görüntüyü bozacak kadar büyük olup olmadığı kontrol ediliyor. (altta)



Başka deyişlerle,

$Güç = Gerilim\ farkı \times Akım\ şiddeti$

ya da,

$Güç = Direnç \times Akımın\ karesi$

Elektrik devresinin gücünün hesaplanmasını, bir örnekle açıklığa kavuşturalım. Bir elektrik sobası 220 Voltluk bir üreteçle beslenmektedir. Bu elektrik sobasından 20 amperlik bir akım geçmekte olduğuna göre, 5 dakikada harcadığı enerji nedir ve bu devrenin gücü ne kadardır?

Çözümü gerçekleştirmek için,

$Güç = Gerilim\ farkı \times Akım\ şiddeti$

formülünden yararlanınız. Gerilim farkı 220 Volt, akım şiddeti de 20 amper olduğuna göre şu sonucu elde ederiz:

$Güç = 220 \times 20$
 $Güç = 4400\ Watt$

Demek ki bu elektrik devresinin gücü 4400 Watt'mış. Gelelim bu devrenin 5 dakikada harcadığı enerjiye. Formülümüzde zaman birimini saniye olarak almak gerekmektedir. Bu durumda 5 dakikanın kaç saniye olduğunu hesaplarız. Bir dakika 60 saniye ettiğine göre,

$5 \times 60 = 300\ saniye\ yapar$

Şimdi enerji formülümüzü uygulamaya koyalım:

$Enerji = 220 \times 20 \times 300$
 $Enerji = 4400 \times 300$
 $Enerji = 1.320.000\ Jouledür,$

Şimdi üreteçlerin gücünü hesaplamaya çalışalım. Üretecin gücünü hesaplamak için, önce o üretecin Elektromotor kuvvetini bilmek gerekmektedir. Gücünü hesaplamak için de şöyle bir formül uygulanır:

$Güç = Elektromotor\ kuvveti \times Akım\ şiddeti$

Bunu bir örnekle açıklığa kavuşturalım: Bir üretecin Elektromotor kuvveti 110 Volt, devreden geçen akımın şiddeti ise, 5 amper olsun. Bu üretecin gücü ne kadardır?

Bu üretecin gücünü hesaplamak için formülümüzü şöyle uyguluyoruz:

$Güç = Elektromotor\ kuvveti \times Akımın\ şiddeti$
 $Güç = 110 \times 5$
 $Güç = 550\ Watt$

Akımın Isı Etkisinden Yararlanma Yöntemleri

Akımın ısı etkisinden yararlanılarak çeşitli araçlar yapılmıştır. Genellikle bu araçlar ısınma amacıyla kullanılmaktadır. Bütün bu araçların temel ilkesi, direnci yüksek ve uzun iletkenlerden geçen akımın verdiği ısıdır. Uzun iletkenler, küçük aletlere sığdırılabilmek için, spiral şeklinde sarılırlar. Akımın dışarıya sızmaması için de yalıtkan maddelerin üzerine oturtularak, izole edilirler. Bu aygıtların yapımında elde edilmesi amaçlanan ısı çok önemlidir. Elde edilmesi gereken ısı önce hesaplanır. Ona göre iletken seçilir. Çünkü artık bir ısının yayılması ve enerji kaybının büyük harcamalara yol açması söz konusudur. Elektrik ocakları, elektrik sobaları, elektrik ütüleri, hep elektrik akımının ısı etkisinden yararlanılarak yapılan aygıtlardır.

Devre Kesiciler ya da Sigortalar

Elektrik enerjisiyle çalışan aletler, belli gerilim farklarıyla çalışırlar. Normal yaşamda 220 Voltluk ütü, 110 Voltluk lamba gibi terimlerle kullandığımız bu aygıtlar değişik gerilimlerde çalışmazlar. Örneğin elektrik tesisatınız 110 Voltluk bir gerilim farkına sahipse, 220 Voltluk bir

ampulden gerekli randımanı alamazsınız. Elektrik ampulü çok sönük yanar. Bunun tam tersini yapacak olursak, yani 220 Voltluk tesisata 110 Voltluk bir ampul takarsak yanar. Çünkü gerilim çarkı ampule göre yüksek gelmiştir. Bu diğer araçlar için de söz konusudur. Örneğin ütüler, radyolar, televizyonlar değişik gerilim farklarında çalışmazlar ya da yanarlar. İşte bu farklı gerilimi önlemek için sigortalar konmuştur. Sigortalar bir tür kendiliğinden devre kesici görevi üstlenirler. Araca giren gerilim farkı, normalin üstündeyse bu sigortaların flamanı yanar ve devre kesilir. Böylece aletin içine yüksek gerilim farkı girmez ve alet de yanmaktan kurtulur. Evimizde zaman zaman attığını söylediğimiz sigortaların görevi de budur. Herhangi bir kısa devre ya da kaçak nedeniyle yüksek gerilim farkı doğmasını önlerler. Sigortalar genellikle porselen veya plastikten yapılırlar. İçlerinde elektrige çok duyarlı bir tel bulunur. Bu tel normal kapasitenin üzerindeki gerilimlerde yanar ve kopar. Dolayısıyla elektrik devresi kesilir. Dış yüzeyini kaplayan yalıtkan ise, elektrigin kaçak olarak dışarıya yayılmasını önler.

Elektrik Lambaları

Evlerimizde, işyerlerimizde, sokaklarda bizleri aydınlatan lambaların nasıl yandığını hiç düşündünüz mü? Bir cam kavanoz içindeki telin dışarıya nasıl o kadar güçlü ışık yaydığını hiç incelediniz mi? Şimdi elektrik ampullerinin çalışmasını inceleyelim. Ampullerin en önemli bölümü, içlerindeki teldir. Bu telin ısı etkisiyle çok zor eriyen tel olması gerekmektedir. Amaç bu tele, bir süre sonra ışıklı bir hale getirecek elektrik akımının verilmesidir. İşte genel prensip budur. Şimdi çeşitli tür elektrik ampullerini incelemeye başlayalım.

Hava Boşluğundaki Tungsten Telli Ampul

Tungsten çok sağlam bir

maddedir. İşte bu nedenle ampulde kullanılmaktadır. Tungsten yaklaşık 2000 dereceye kadar dayanır. Elektrik akımı verildiğinde, boşluk içinde fazla ısıdan alınabilir. Böylece daha güçlü bir ışık elde edilebilir.

Kömür Fitilli Ampul

İlk kez Edison tarafından geliştirilen kömür fitilli lamba, içinde hava bulunmayan bir cam kavanoz ve kömür fitilden oluşmaktadır. Bu fitile elektrik akımı verildiğinde, kömür fitil ışık yaymaya başlamaktadır. Fakat tungsten fitilli lambalar gibi fazla güçlü değildir.

İçinde Gaz Bulunan Tungsten Telli Ampuller

Tungsten telli ampullerin içinde hava olmadığını görmüştük. Ve tungsten telli lambaların kömür fitilli lambalara oranla daha dayanıklı olduğunu da belirtmiştik. Oysa bu cam kavanozun içine biraz argon gazı konulduğunda, ampulün dayanıklılığı bir o kadar daha artar. Argon gazı, tungsten fitilin sıcaklık nedeniyle buharlaşmasını önlemektedir. Dolayısıyla da 3000 derece sıcaklıklara kadar dayanmasını sağlamaktadır. Yalnız argon gazı, sıcaklığı dışarıya yaymaktadır. Bu nedenle bir enerji kaybı doğmaktadır. Bu kayıp zamanla azaltılmıştır. Flaman, ampulün ortasına doğru çekilmiş ve ısıyı çepere vermemesi sağlanmıştır.

Ark Kömürü ve Elektrik Arki

İki kömür çubuk alalım. Bu kömür çubuğun birine 50 voltluk bir gerilim kaynağının negatif ucunu, diğer kömür çubuğa da pozitif kutbunu bağlayalım. Devreyi kapatalım. Bu iki ucuna birbirine değdirelim. Değdirdiğimiz zaman her iki kömürün de ucunda bir kızarma belirir. Yani akkor duruma geçerler. Bu kömür çubukları birkaç milimetre kadar birbirlerinden uzaklaştıralım. Bu çok dar yerde bir

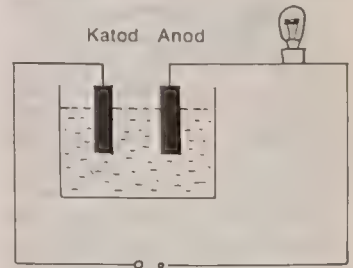
ışık huzmesinin meydana geldiğini görürüz. Bir süre sonra, bu kömürlerden pozitif kutba bağlı olanı aşınır. Dolayısıyla araların-
daki birkaç milimetrelik uzaklık büyür. Ardından da ışık kesilir. Tekrar bu kömür uçlarını birbirine değdirip çektiğimizde, ışık gene devam eder. İşte bu olaya elektrik arki denir. Kömüriye de ark kömürü adı verilir. Sinema makinelerinde, çeşitli projeksiyon aletlerinde kullanılan ark kömürleri, bu kurama dayanmaktadır. Şimdi bu olayın nasıl meydana geldiğini inceleyelim; Elektronlar negatif uçtan pozitif uca geçerler. Yani kömürler birbirlerine değdiği anda elektron akımı başlar. Birkaç milimetre uzaklaştırdığımızda, bu elektron akımı gene devam eder. Fakat bu boşlukta karşılıklı bazı moleküller çıkar. Bunlar genellikle hava molekülleridir. İşte karşılaşmaları ve çarpışmaları bu hava moleküllerini, elektronlar hızla iyonlaştırır. Bu hava iyonları da elektronlarla birlikte hızlı akmaya başlarlar. Böylece iki tür elektrik yükü birden geçmeye devam eder. İşte bu elektronlarla moleküllerin çok seri çarpışması sonucu büyük bir ısı meydana gelir. Daha önce de gördüğümüz gibi bu, elektrik enerjisinin ısıya dönüşmesidir. Bu ısınma sonucu, her iki kömürün ucundan ufak parçacıklar kopar. Bu parçacıklar hava içinde yanarlar. Bu yanma sırasında da, bir ışık huzmesi belirir. Pozitif kutba bağlı kömürün daha fazla aşınması sonucu ara açılır ve elektronlar ilerleyemez olur. Böylece ışık kesilir. Bu ark sisteminden yararlanılarak sadece ışık değil, ısı da elde edilmektedir. Geniş elektrik fırınları ve potaları, bu prensip-
ten yola çıkılarak yapılmıştır.

Elektrik Akımının Kimyasal Etkileri

Elektrik akımının ısı, kimyasal ve manyetik etkileri olduğunu daha önceki bölümlerde görmüş ve bu etkilere ısı etkisini uzun boylu incelemiştik. Şimdi bir başka etkisini, kimyasal etkisini

inceleyeceğiz. Elektrik akımının kimyasal etkisi, sanayide büyük oranda kullanılmaktadır. Konuya, elektroliz adı verilen bir deney anlatarak girmek gerekmektedir.

Saf su iletken değildir. Örneğin bir elektrik devresi alalım. Bu devreye bir lamba bağlayalım. Devreyi ortadan keselim. Uçlarına kalın iki iletken çubuk bağlayalım. Bu iki çubuğu saf suyun içine batıralım. Üretici devreye soktuğumuzda, yani devreyi kapadığımızda, lambanın yandığını görürüz. Buradan anlaşılıyor ki saf su elektrik geçirmemektedir. Oysa bizler suyun iyi bir iletken olduğunu ve elektrik akımına iletken elle dokunulmaması gerektiğini biliriz. O su farklıdır. O suyun içinde elektrik akımının geçmesini sağlayacak başka maddeler bulunmaktadır. Örneğin demin yaptığımız deney suyunun içine biraz sülfürik asit döktüğümüzde, lambanın yandığını görürüz. Çünkü sülfürik asit elektrik akımının suyun içinden devresini tamamlamasını sağlamıştır. Buradan anlaşılıyor ki bazı cisimlerin sudaki eriyikleri, çok iyi iletken görevi yapmaktadırlar. Bunlar arasında özellikle asitler, tuzlar ve bazılar bulunmaktadır. Sudaki eriyikleri iyi iletken olan bu maddelere elektrolit denmektedir. Suyun içinden elektrik akımı geçen ilerde detaylı inceleyeceğimiz bazı kimyasal olaylar meydana gelir. Bu olayların tümüne elektroliz olayı denir. Deneyin yapıldığı, genelde camdan yapılan kaplara da, elektroliz kabı adı verilmektedir.



Elektrik akımlarının su içinde eriyebilen elektrolitler aracılığı

ayla iletilmesi olayı, İsveçli bilgin Arrhenius tarafından ortaya çıkarılmıştır. Arrhenius uzun deneyler sonucu, günümüzde geniş kullanma alanı bulan ilkelelerini ortaya koymuştur. Elektrolitlerin elektrik akımını geçirmesi şöyle olmaktadır: Elektrolit'in sudaki eriyiğinde elektrik yüklü, iyon adı verilen küçük parçalar bulunmaktadır. Bu iyonlar pozitif ve negatif elektrik yüklü olmak üzere, ikiye ayrılırlar. İşte elektrik akımı verildiğinde bu atomlar, kendi elektriksel yüklerine göre hareket ederler. Bu hareketin sonucunda da, elektrik akımı iletilmiş olur.

Elektrolitler sudaki eridikleri zaman iyonları da sıvıya geçer. İşte bu iyonların bir kısmı, negatif elektrik, bir kısmı da pozitif yüklüdür. Şimdi bunu bir örnekle açıklığa kavuşturalım. Bir atom klor ve bir atom da sodyumdan meydana gelen tuzu ele alalım. Sodyumun elektron eksikliği olduğu için, pozitif elektrik yüklüdür. Oysa klorun elektron fazlalığı vardır. Dolayısıyla o da negatif elektrik yüklüdür. Şimdi elektrolitlerin iyonlarının, devrenin kutupları arasındaki dolaşımını inceleyelim.

İyonların Kutuplar Arası Dolaşımı

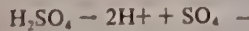
Bir elektrolitin içinde bulunan iki ayrı elektrik yüklü iyonların aracılığıyla, elektrik akımı iletilmektedir. Şimdi bunu açıklığa kavuşturalım: Bir elektroliz kabı alalım. İçine iki elektrot koyalım ve bu elektrotların uçlarını bir üretece bağlayalım. Devre kapandığında, üretceğin negatif kutbundan yola çıkan elektronlar, katoda gelir. Bu arada diğer kutupta, yani anotta bulunan elektronlar da, üretceğin pozitif kutbuna doğru yola çıkar ve burada toplanır. Bir başka deyişle katoda negatif, anoda da pozitif elektrik yükü dolar. Bu arada devrenin kapanmasıyla, suyun içindeki elektrik kutupları arasında bir etki meydana gelir. Bu etki sonucu, elektrolitin negatif iyonları pozitif kutba yani

anota, pozitif elektrik yüklü iyonları da negatif kutba yani katoda gider. Negatif kutba giden pozitif elektrik yüklü iyonlar, burada elektronlar tarafından yüksüz duruma getirilir. Yani nötr olurlar. Öte yandan anoda varan negatif elektrik yüklü iyonlarsa, elektronlarını burada bırakırlar. Dolayısıyla nötr duruma geçerler. Sonuç olarak katottan anoda doğru bir elektron akımı olmuştur. Bu elektron akımı sayıca eşittir. Yeni katottan ayrılan elektronlarla, anoda varan elektronların sayısı eşittir.

Elektrotlara varıp, elektrikçe yüksüz duruma gelen çeşitli elementlerin iyonları, burada birbirleriyle birleşerek çeşitli maddeleri oluştururlar. Böylece elektrotlardan elektrolitlere kadar her şeye etki ederler. Bu etkiler elementlerin cinsinden, meydana getirdikleri maddelere göre değişirler.

Elektroliz

Elektroliz olayını tam anlamıyla kavrayabilmek için en basit maddenin ayrışımını incelemek gerekmektedir. Bunun için önce suyu elektrolize etmelidir. Suyun çok kötü bir iletken olduğu, daha önce belirtmiştik. Su elektrik akımını ileticek iyon açısından son derece fakirdir. Suyun içine birkaç damla sülfirikasit koyacak olursak, elektrik akımını çok güzel geçirir. Sülfirikasidin suda erimesi sonucu şöyle bir çözülme meydana gelir.



Yukarıdaki denklemden de anlayacağımız gibi, bu çözülme sonucunda, suyun içinde pozitif yüklü H, negatif yüklü SO_4^{2-} iyonları ayrışır. Elektrik akımının devresini kapadığımızda bir akım meydana gelir ve pozitif elektrik yüklü H iyonları katoda, negatif elektrik yüklü SO_4^{2-} iyonları da, anoda doğru gider. Bu arada katottaki H_2 hiçbir maddeye etki edmeden hava kabarcıkları şeklinde yükselir. Anottaki SO_4^{2-} iyonları ise, suyun etkisine girerler ve elektrik yüklerini boşaltır-

lar. Bu nötr iyonların durumunu şu denklemlerle açıklayabiliriz:



Elektrolizden Ne Şekilde Yararlanıriz

Elektrolizden sanayide genel anlamda çok yararlanılmaktadır. Kimya endüstrisi bunların başında gelmektedir. Örneğin bazı elementler, ayrıştırma yoluyla elde edilir. Suyun elektrolizi sonucu, hidrojen ve oksijen elde edildiği gibi. Bazı maddeler saflaştırılır. Örneğin saflaştırmak istenen madde anot kutbuna, bu maddenin temelini oluşturan saf maddeyi de, katot kutbuna koyarız. Saflaştırılacak tuzu da, suyun içinde eritiriz. Bu saflaştırma işlemini yapacak gerilimi de, kutuplara verdiğimiz zaman, işlemiz tamam demektir. Bu özelliği günümüzde, sanayide çok kullanılmaktadır.

Ayrıca elektrolizden kaplamacılıkta da yararlanılmaktadır. Bazı cisimleri çeşitli maddelerle elektroliz yoluyla kaplayabiliriz. Örneğin kaplanacak cismi katoda koyarız. Anotta da kaplayacak madde bulunur. Gerilim uyguladığımızda suyun içindeki tuz, kaplama işlemini yapar.

Faraday ve Yasaları

Elektriğin kimyasal etkileri üzerine en fazla araştırma yapan bilginlerden biri de Faraday'dır. Faraday bu deneyleri sonucu, kendi adıyla anılan iki yasa geliştirmiştir. Bu yasalardan birincisi şöyledir:

Bir elektrolitin kütlesi, elektroliz kabından devresini tamamlayan elektriğin miktarıyla doğru orantılıdır. Şimdi buna açıklık kazandıracak bir deney yapalım:

Birkaç tane elektroliz kabı alalım. İçinde elektrolit olarak aynı madde bulunsun. Ve bunlara akım sağlayacak devreyi de seri olarak bağlayalım. Aynı üretece bağlı oldukları ve devreden aynı akım geçtiği için hepsinin kutuplarında ayrışacak madde

miktarı, birbirine eşittir. Hepsine eşit akım uygulandığı için, toplanacak olan maddenin miktarı da eşit olacaktır. Ama bu elektroliz kaplarını ayrı ayrı devrelere bağlayıp, ayrı ayrı akımlar verdiğimizde, bu madde miktarı değişecektir. Bu da bize ayrışan madde miktarının, elektrik miktarına bağlı olduğunu kanıtlamaktadır.

Faradayın ikinci kanunu ise şudur:

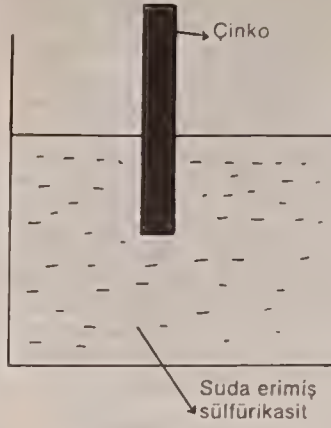
Çeşitli elektrolitlere aynı elektrik akımı uygulandığında, açığa çıkan madde miktarları, gene bu maddelerin eşdeğer ağırlıkları ile doğru orantılıdır. Örneğin beş tane elektroliz kabının içine, değişik elektrolitler koyalım. Ve hepsini seri bağlayalım. Bu devreyi de bir üretece bağlayıp, hepsine aynı akımı verelim. Yani beş elektroliz kabına birden aynı miktarda elektrik verelim. Her elektroliz kabının, içindeki ayrışma sonucu açığa çıkan maddelerin miktarları, kendi eşdeğer ağırlıkları ile doğru orantılıdır.

Kutuplaşma

Herhangi bir metalin, bir elektrolite değmesi sonucu kutuplaşma dediğimiz olay meydana gelir. Bu kutuplaşma olayından yola çıkılarak piller yapılmıştır. Bu kutuplaşma olayını, bir deneyle açıklamaya çalışalım. Bir kabın içine suda eritilmiş sülfürikasit koyalım ve onun içine de bir çinko çubuk batıralım.

Çinko çubuk bu elektrolitin içine, pozitif elektrik yüklü çinko iyonları vermeye başlar. Ve ardından da erir. Sıvıya karışan çinko iyonları, ikişer elektronlarını çinko çubuktan bırakırlar. Bu durumda sıvıya pozitif yüklü iyonlar dolmuş ve pozitif elektrikle yüklenmiştir. Bunun sonucunda da, çinko çubukla sıvının arasında bir gerilim farkı ortaya çıkmıştır. Bu gerilim farkı belli bir noktaya geldikten sonra, çinko çubuktan iyonların ayrılması durur. İşte bu olaya kutuplaşma denir. Piller bu ilkeden

yola çıkılarak yapılmaktadır.



Piller

Piller daha önce de belirttiğimiz gibi, elektrik yükünü biriktiren ve kullanılması gereken zamanda harcayan bir depo görevini yüklenmektedir. Pillerin yapımıyla ilgili genel ilkeleri de bu deneyle açıklığa kavuşturalım;

Yine bir kabın içine suda eritilmiş sülfürikasidi koyalım. Bu kez eriyiğin içine iki ayrı maden çubuk koyalım. Bunlardan biri çinko diğeri de bakır olsun. Her ikisi de bu eriyiğin içine iyon salmaya başlarlar. Yalnız çinkonun saldığı iyon miktarı, bakırın saldığından daha fazladır. Bu arada bir başka olay meydana gelir. Çinko çubuğun etrafını saran pozitif elektrik yüklü çinko iyonları, eriyiği oluşturan maddelerden hidrojen iyonlarını, diğer çubuğa doğru iterler. Kabın, yani sıvının dışından her iki maden çubuğu bir iletkenle birbirine bağlayalım. Bu kez çinko çubuktan, bakır çubuğa doğru bir elektron akımı başlayacaktır. Bu akımın sonucunda da sıvı ile bakır çubuk arasında, bir gerilim farkı doğacaktır. Bir başka deyişle, bakır çubukla sıvı arasındaki gerilim farkı değişir. Bu gerilim farkının tekrar eski değere

ini bulması için, eriyik içindeki pozitif hidrojen iyonlarının, bakır çubuktaki fazlalık elektronları kendine çekmesi gerekmektedir. Bunun sonucunda da elektrik yükü açısından sıfır hidrojen iyonları oluşur. Bu olayı şöyle bir denklemle özetleyebiliriz:



Bu arada çinko çubuk elektron yönünden bir hayli zayıflamıştır. Bu yüzden çinko iyonları salmaya devam eder. Bu durumda sıvıda, çinko iyonu fazlalığı göze çarpar. Başka bir birleşme söz konusudur. Bu çinko iyonları, negatif elektrik yüklü SO_4 iyonları ile birleşir ve $Zn SO_4$ maddesini oluştururlar. Bu birleşme sonucu, her iki madde de elektrik yükü bakımından sıfır noktasına ulaşır. Elektrik pillerinin temel prensibini oluşturan bu deneyi, kısaca bir kimyasal denklemle özetleyebiliriz:



Pillerin Çeşitleri

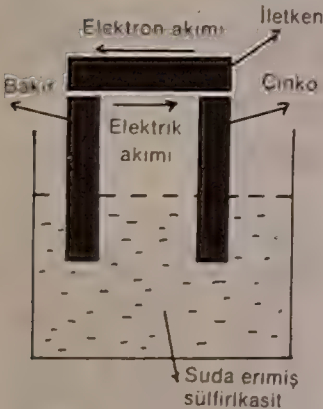
Kimyasal bir olayın sonucunda, elektrik enerjisi elde etmeye yarayan pilleri kısa olarak geçtiğimiz bölümlerde incelemiştik. Burada daha detaylı olarak göreceğiz. Pil çeşitlerini, en basitinden başlayarak inceleyelim.

Volta Pili

Bu en basit elektrik pilini 19. yüzyılda yaşamış İtalyan Fizikçi Alexander Volta geliştirmiştir. Volta pilinde elektrolit olarak, sülfat asidinin sudaki eriyiği kullanılır. Elektrotlar ise, bir bakır, bir de çinko çubuktur. Çinko çubuk negatif, bakır çubuk da pozitif kutbu oluşturmaktadır. Daha hiçbir elektrik devresine bağlanmamış bir Volta pilinin, iki kutbu arasındaki gerilim farkını ölçtüğümüzde, 1 Volt olduğunu görürüz. Devreyi tamamladığımızda, voltmetrenin gösterdiği 1 Voltluk gerilim farkının hızla azaldığını gözlemleyebiliriz.

Çünkü, çinko iyon salarak hızla erimeye başlamıştır. Bu iyonlar sudaki SO_4 'le birleşerek, ZnSO_4 'ü oluşturmuşlardır. Bu arada hidrojen de, bakır çubuk, yani pozitif kutup etrafında toplanarak kaçak hava kabarcıkları şeklinde yükselmiştir. Akım devam ettiği sürece gerilim farkı azalır. Artık öyle bir an gelir ki, devreden akım geçmez. Eriyik içindeki hidrojen, bakır çubuğa doğru giderek, onu hızla kaplar. Elektrolit, artık bakır çubuğun çepesine dokunamaz hale gelmiştir. Bir başka deyişle, bakır çubuk, yani pozitif kutup kutuplanmışır.

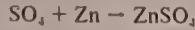
Kutuplanan, yani hidrojenle kaplanan, bakır çubuğun üzeri temizlenirse ve yeniden eriyik içine batılırsa, akım geçmeye devam eder. Bu iki türlü yapıdır. Biri zımpara kâğıdı ile, bakırın üzerindeki hidrojen tabakası kazınır. Diğeri ise bakır çubuk ateşe tutularak, hidrojenle kaplı tabaka yakılır. En basit ve ilk elektrik pili olan Volta pili, pratik olmadığından günümüzde pek kullanılmamaktadır.



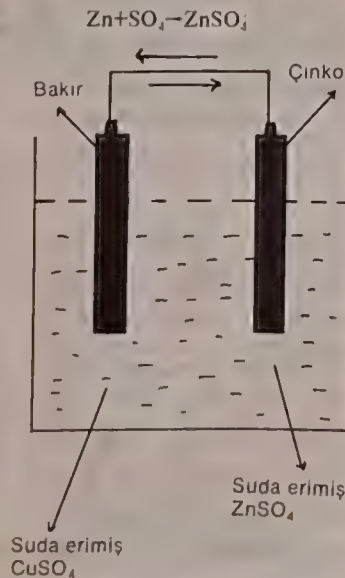
Daniell Pili

Ortadan gözenekli bir bölümle ikiye bölünmüş bir kap alalım. Bu kabın birinci bölümüne ZnSO_4 'ün suda eritilmişini, diğesine de CuSO_4 'ün sudaki eriyiğini koyalım. ZnSO_4 'ün bulunduğu

bölüme bir çinko çubuk batıralım. Diğesine de bir bakır çubuk sokalım. Daniell pilini yapmış oluruz. Aslında kimyasal tepkimeyi göz önüne alarak, şöyle bir sonuca varabiliriz. Pozitif elektrik yüklü çinko iyonlarının, bakır çubuğu kaplayıp kutuplaşma meydana getirmesi gerekir. Oysa böyle bir olay meydana gelmez. Pozitif elektrik yüklü çinko iyonları, bakır çubuğa doğru giderken, gözenekli kabı geçmez, çinko çubuğa doğru yol alan negatif elektrik yüklü SO_4 iyonlarıyla karşılaşır. Bu karşılaşma sonucunda bir tepkime oluşur. Bu tepkimeyi şu denklemle özetleyebiliriz.



İkinci kaptaki bulunan $\text{Cu} + \text{SO}_4$ deki negatif elektrik yüklü bakır iyonları ise, pozitif kutba, yani bakır çubuğa doğru giderler ve orada birikirler. Burada biriken bakır iyonları, daha sonra elektrik yüklerini sıfırlarlar. Diğer kaptaki negatif elektrik yüklü SO_4 iyonları ise, negatif kutba, yani çinko çubuğa giderek çinkoyu eritmeye başlarlar. Bu sırada, elektron da verirler. Sonuçta, bir kimyasal tepkime olur. Bu tepkimeyi şu denklemle özetleyebiliriz:



Buraya kadar olanları özetleyecek olursak, çinko çubuğun eridiğini ve bakır çubuk üzerinde de, bir bakır tabakası oluştuğunu görürüz. Aynı cins madde ile kaplandığından pozitif kutupta bir kutuplanma olmadığı görülür. Bu pillerin gerilim farkı değişmez. Bu nedenle günümüzde hâlâ kullanılmaktadır.

Leclanche Pili

Bu pilde elektrolit olarak nişadının sudaki eriyiği kullanılmaktadır. Pozitif kutup olarak kömür, negatif kutup olarak da çinko çubuk kullanılmaktadır. Leclanche pilinin çalışma ilkesini tam olarak anlayabilmek için, şöyle bir deney yapmakta yarar vardır.

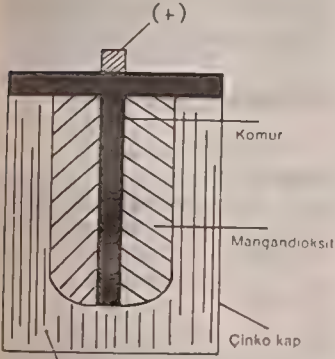
Bir kabın içine su koyalım. Bu suyun içinde de nişadır eritemiz. Eriyiğin içine biri kömür, diğeri de çinko iki çubuk batıralım. Bu iki çubuğu bir iletkenle birleştirelim. Pozitif elektrik yüklü NH_4 iyonu pozitif kutba, yani kömür çubuğa doğru gider. Kömürden elektron alan NH_4 , elektrik yükü bakımından sıfırlanır. Bunun sonucunda iki değişik gaza ayrılır. Bunlar NH_3 ve H_2 'dir. Aynı şekilde H_2 kömür çubuk üzerini kaplar ve kutuplaşmaya yol açar. Leclanche pilinde, bu kutuplaşmayı önlemek amacıyla mangan-dioksit kullanılır. Gözenekli bir küçük kap içine konan mangan-dioksit e çarptıkları zaman yanarlar. Öte yandan Klor iyonları da çinko çubuğa, yani negatif kutba doğru giderler. Burada ZnCl_2 'ye dönüşür. Pilden akım geçtiği süre içinde, kömür çubuğu kaplayan mangan-dioksit eksilir. Bunun sonucunda da pilden akım geçmemeye başlar.

Leclanche pilleri sürekli elektrik akımı elde edilmeyen yerlerde kullanılır. Çünkü mangan-dioksitin bitmesi ve kömür çubuğun kutuplaşması, akımın kesilmesini sağlar. Fakat bir süre sonra bu kutuplaşma sona erer ve akım geçmeye devam eder.

Sürekli elektrik akımının elde edilmesini gerektirmeyen yerleri için, ideal bir pildir.

Kuru PİL

Silindirik şeklinde bir çinko kap alalım. İçine suda eritilmiş nişadırı, jelatinle karıştırarak, yoğun bir duruma getirip koyalım. Daha sonra içine mangandioksitle kaplanmış, bir kömür çubuk yerleştirelim. Devreyi tamamladığımızda kuru pil yapılmış olur.



Suda erimiş daha sonra
Jelatinle katılaştırılmış nişadır

Çalışma ilkesi aynı Leclanche pilinde olduğu gibidir. Sadece sıvı elektrolit yerine, daha koyulaştırılmış ve katı duruma getirilmiş elektrolit kullanılmıştır. Bu nedenle taşınması açısından kolaylık sağlanmıştır. Günümüzde cep fenerlerinden, pilli radyolara ve gereçlere kadar kullanılan piller, bu ilkeye göre yapılmaktadır.

Akümülatörler

Halk dilinde akümülatörler elektrik akımını depolayan ve uzun süre kullanımını sağlayan aygıtlardır. Akümülatörlerin prensibi de, kutuplanan Volta pilinin hemen hemen aynıdır. Çünkü akümülatör kutupları da belli bir süre sonra kutuplanır ve elektrik akımı vermez. Akümülatörlere, kutuplanması uzun süren piller de denebilir. Akümülatör-

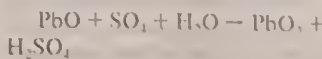
ler iclerinde bulunan elektrolit ve elektrotlar açısından, kutuplanması çok uzun süren maddelerden seçilirler. Akümülatörlerin kutupları belli bir süre sonra kutuplaşır. Buna akümülatör boşaldı denir. Bu kutuplaşmanın giderilmesine de akümülatörün doldurulması denir. Şimdi akümülatör çeşitlerini inceleyelim.

Kurşunlu Akümülatörler

Bir kabin içine suda erimiş sülfirik konur. Kabin' diki dörtgen prizması şeklinde olmasına dikkat edilir. Çünkü içine konacak elektrotların, muntazam yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu suda erimiş sülfirikasit akümülatörün elektrolitini oluşturmaktadır. Öte yandan kurşun levhalar alınır. Bu kurşun levhalar kafes şeklinde olmalıdır. Levhalar kabin içine eşit aralıklarla konur. Bu arada kafes şeklindeki kurşunların delikleri, okside edilmiştir. Yani kurşun oksitleriyle tıkanmıştır. Şimdi akümülatör yapılmış durumdadır. Fakat akım verecek durumda değildir. Çünkü doldurulması gerekmektedir. Bu elektrolitin kutuplarını bir doğru akım devresine, yani doğru akım üreteciye bağlayalım. Bu durumda sülfirik asidinden oluşan elektrolit, suya pozitif yüklü hidrojen ve negatif yüklü SO_4 iyonları bırakacaktır. Elektrik akımını kestiğimiz zaman, pozitif elektrik yüklü hidrojen iyonları katoda, negatif elektrik yüklü SO_4 iyonları da anoda giderler. Hidrojen iyonları katotta elektrik yüklerini bırakıp sıfırlanırlar. Ardından kafesin deliklerini dolduran kurşunoksidi etkiler. İşte bu kimyasal tepkimeyi şöyle bir denklemle özetleyebiliriz:



Öte yandan anotta toplanan negatif elektrik yüklü SO_4 iyonları ise, anodu etkilerler ve kurşun dioksit şekline dönüşmesini sağlarlar. Bu kimyasal tepkimeyi de şöyle bir denklemle özetleyebiliriz:



Kutupların kenarından hidrojen ve oksijen gazlarının kabarcıklar şeklinde yükselmesi halinde, akümülatör dolmuş demektir. Akümülatör ilk dolduğu anda 2.5 Voltluk bir gerilim farkına sahiptir. Yüksek bağlandığı süre içinde bu gerilim farkı azalır.

Dolu bir akümülatörü devreye bağladığımızda, boşalmaya başlar. Bu kez akımın yönü ters-tir. Bunu da kimyasal tepkimele-rin, dolarkenin tersi şeklinde gelişmesinden anlıyo-ruz. Örneğin kurşundioksit halinde bulunan, levhalarda hidrojen, daha değişik bir durum alır. Bu kimyasal tepkime ise şu denklemle açıklığa kavuşturula-bilir:



Diğer elektrotta meydana gelen kimyasal tekimede ise, oksijen rol oynar. Elektrotu etkileyerek aşağıdaki denklemde göreceğiniz olayı yaratır:



Demir Nikelli Akümülatörler

Bu tür akümülatörlerde elektrolit olarak suda erimiş potasyumhidroksit kullanılmaktadır. Elektrotlar ise nikeloksit ve demirdir. Demir, negatif elektrot, nikeloksit de pozitif elektrot olarak görev yaparlar. Akümülatörün boşalması sırasında elektrolitin hidrojen iyonları, nikel okside doğru giderler. Diğer taraftan demirin üzerine de negatif elektrik yüklü oksijen iyonları gider ve bu elektrotu etkiler. Elektrot demiroksit şeklini alır. Akümülatör dolduktan sonra, devreye bir voltmetre bağladığımızda, 1.5 Voltluk bir gerilim farkının meydana geldiğini görürüz. Bu tip akümülatörlere de demir-nikelli akümülatörler denmektedir.

Sığa Nedir?

Bir akümülatör boşalırken dışa verdiği elektrik miktarına, o

akümülatörün sıgası denir. Sıga birimi Amper saat'tir. Bir başka deyişle, devrede dolaşan akımın şiddeti bir amper olmak kaydıyla, bir saatte boşalan bir akümülatörün sıgası, bir amper saat'tir. Bir akümülatörün sıgası aşağıdaki formülle hesaplanır:

Sıga = Akım şiddeti x Akümülatörün boşalma süresi

Bunu bir örnek ile açıklayalım. Bir akümülatör, devreden 2 saatte 4 amperlik bir akım geçmesi sonucu boşalmaktadır. Bu akümülatörün sıgası ne kadardır?

Sıga = Akım şiddeti x Akümülatörün boşalma süresi

$$\begin{aligned} \text{Sıga} &= 4 \times 2 \\ \text{Sıga} &= 8 \text{ Amper.saat} \end{aligned}$$

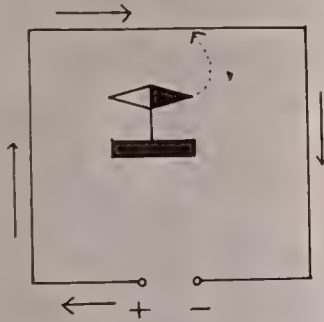
Formülü uyguladığımızda, bu akümülatörün sıgasının 8 amper saat olduğunu buluruz.

Elektrik Akımının Manyetik Etkisi

Daha önce elektrik akımının etkilerine değinmiştik. Elektrik akımının kimyasal ve manyetik etkisi üzerine bilgiler vermiştik. Manyetik etkiyi pusulanın yardımıyla görmeye çalışmıştık. Şimdi pusulayla deneylerimize bir başka biçimde devam edelim. Bu kez deneylerimiz daha pratik olacak. Bu deneyleri siz de evinizde yapabilirsiniz. Bu şekilde manyetizma hakkındaki bilgilerinizi rahatça toparlayabilirsiniz. Birçok yüksek gerilimli elektrik üretici ve mekanik enerji veren elektrik motorlarının bu etkiden yararlanarak yapıldığını biliyorsunuz. Elektrik akımının manyetik etkisi, günümüzde en çok yararlanılan konulardan biridir. Şimdi deneylerimize başlayabiliriz.

Bir iletken tel alalım. Bu iletkeni bir pusulanın ibresine paralel bir durumda koyalım. Bu iletken den elektrik akımı geçirelim. Bu telden akım geçmeye baş-

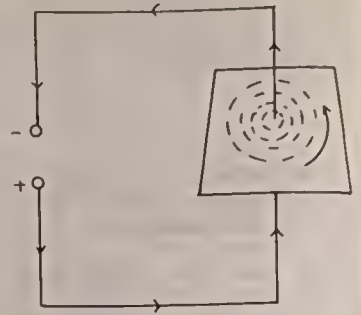
ladığı andan itibaren, ibre hareket eder ve üzerinden akım geçen iletkene dik bir duruma gelir. Akımı kestiğimizde pusulanın ibresi tekrar eski durumuna döner. Yani iletkene paralel bir durum alır. İşte buradan şu sonuca varıyoruz. Bir iletken den geçen akım, o telin etrafında bir manyetik alan meydana getirir. İşte bu deney bize manyetik alanın varlığını kanıtlamaktadır. Manyetik alanın varlığını kanıtlayan bu deneye de **Örsted Deneyi** adı verilmektedir.



Yine bu 'Örsted' deneyini yaparken, bir başka olayı daha gözlemliyoruz. Bu iletken tele kuşbakışı baktığımızda, akım aşağıdan yukarıya doğru ise, ibrenin kuzey kutbunu gösteren ucu, sol tarafa doğru sapar. Ve iletkene dik bir durum alır.

Kuvvet Çizgileri

Bu manyetik alan, iletken telin etrafında dairesel kuvvet çizgileri şeklinde oluşur. Şimdi bu kuvvet çizgilerinin varlığını bir deney ile kanıtlamaya çalışalım. Bir iletken tel alalım. Bu iletken teli genişçe bir kartonu tam ortasından geçirelim. Bu kartonun üzerine çok ince demir talaşı serpiştirelim. Bu toz halindeki demir talaşı kartonun üzerinde gelişigüzel durabilir. Daha sonra bu iletken tele bir akım verelim. İşte bu demir tozları, akımın manyetik etkisini meydana getiren kuvvet çizgilerinin şeklini alır. Bu çizgiler iletken tel merkez olmak kay-



dıyla, daireler şeklindedir. Bir başka deyişle demir tozları, merkez iletken tel olmak üzere etrafında daireler oluştururlar.

Manyetik Alanın Şiddeti

Bir manyetik alanın şiddeti, elektrik devresinden geçen akımın şiddeti ve alanı oluşturan dairenin yarıçapı ile ters orantılıdır. Bunu bir formülle ifade edecek olursak, şöyle bir sonuca varırız:

Alan şiddeti = 0.2 Akımın şiddeti / Manyetik alanın yarıçapı

Akım şiddeti amper, yarıçap cm olarak alındığında, alan şiddeti de Örsted olarak elde edilir. Şimdi bunu bir örnek ile açıklayalım. Bir iletken den 15 amperlik bir akım geçmekte ve etrafında 6 cm. yarıçapında bir manyetik alan oluşturmaktadır. Bu akımın geçtiği telin etrafında oluşan manyetik akımın alan şiddeti nedir?

Bu alan şiddetini hesaplamak için formüle işlerlik kazandırmak gerekir. Buna göre,

$$\begin{aligned} \text{Alan şiddeti} &= 0.2 \text{ Akımın şiddeti} / \text{Manyetik alanın yarıçapı} \\ \text{Alan şiddeti} &= 0.2 \text{ 15/6} \\ \text{Alan şiddeti} &= 0.2 \times 2.5 \\ \text{Alan şiddeti} &= 0.5 \text{ Örsted} \end{aligned}$$

Böylece bu iletken den geçen akımın manyetik alanının şiddeti de 0.5 Örsted olarak bulunmuş olur. Aynı şekilde, alan ve akım şiddeti bilinen bir iletkenin etraf-

finda oluşan manyetik alanın çapı da, bu formülle hesaplanabilir. Aynı deneyi daire şeklindeki bir iletkenin üzerinde de uygulayabiliriz. Daire şeklinde bir iletken alır ve bunun iki ucunu bir üretece bağlarız. Ve bu iletkenin ortasına kadar, iletkenin her yanını içine alacak genişlikte bir karton geçiririz. Gene toz halinde demirtalaşı serperiz, bu kartonun üzerine. Devreye akım verdiğimizde, demir tozlarının, iletkenin çevresini ayrı ayrı saran dairesel manyetik alanlar oluşturduğunu görürüz. Bu birkaç sarımlı iletkenlerde de aynı şekilde belirir. Dairesel iletkenlerin manyetik alanlarının şiddetleri de, değişik bir formülle bulunur. Bu manyetik alanın hesaplanması için gerekli formül şudur:

Alan şiddeti = $0.2 \text{ Tl.} \times \text{Sarım sayısı} \times \text{Akım şiddeti} / \text{Alanın yarıçapı}$

Şimdi bunu bir örnekle açıklağa kavuşturalım. 3 adet daire şeklinde sarımlı iletken üzerinden 5 amperlik bir akım geçirelim. Bu iletkenin çevresinde oluşan manyetik alanın yarıçapı, 10 cm olunca, bu manyetik alanın şiddeti ne kadardır?

Bu manyetik alanın şiddetini bulmak için formülü uygulamaya koyarız.

Alan şiddeti = $0.2 \text{ Tl} \times \text{Sarım sayısı} \times \text{Akım şiddeti} / \text{Alanın yarıçapı}$

Alan şiddeti = $0.2 \times 3.14 \times 3 \times 5 / 10$

Alan şiddeti = $0.2 \times 3.14 \times 3 \times 5 / 2$

Alan şiddeti = $0.2 \times 3.14 \times 3 / 2 = 1.884 / 2 = 0.942 \text{ Örsted}$

Alan şiddeti = 0.942 Örsted

Formülü matematiksel olarak eldeki verilere uygularsak, sonuçta bu iletkenin etrafında oluşan manyetik alanın, 0.942 Örsted olduğunu buluruz. Yine bu formül yardımıyla, bilinmeyen diğer unsurları, örneğin man-

yetik alanın yarıçapını ve devreden geçen akımın şiddetini de hesaplayabiliriz.

Elektromıknatis

Elektromıknatısın ne olduğunu anlayabilmek için, bir deney yapmamız gerekmektedir. Yepyeni bir demir parçası alalım. Bu demirin hiçbir mıknatıs özelliği göstermemesine dikkat edelim. Ya da gösteriyorsa, adanakkılı ısıtıp, mıknatıs özelliğini yitirmesini sağlayalım. Bir makaraya da iletken bir tel saralım. Bu iletken tele, değeri değişebilen bir direnç ve bir de ampermetre bağlayalım. Demir parçasını bu makaranın içine sokalım. Bu oluşan devrenin uçlarını da, bir üretece bağlayalım. Makaraya sarılı iletkenin, bir akım geçmeye başlayacaktır. Makaranın içindeki demir çubuğun ucunu, bir toplu iğne kümesine yaklaştırdığımızda, bu demir parçasının, iğneleri kendine çektiğini göreceğiz. Direncin değerini yavaş yavaş azaltmaya başlayalım. Böylece bu elektrik devresinden daha çok akım geçmeye başlayacaktır. Akım şiddetinin artmasıyla birlikte, demir çubuğun çektiği toplu iğne sayısında da büyük bir artış olacaktır. Belli bir süre sonra da bu miktar değişmez.

Daha sonra bu akımı yavaş yavaş azaltalım. Yani direncin değerini yavaş yavaş artıralım. Demirin tuttuğu iğneler de, ağır ağır dökülmeye başlar. Elektrik üretecini devreden çıkardığımız, yani elektrik akımını kestığımız zaman, demirin ucunda hâlâ bazı iğnelerin düşmeden durduğunu görürüz. Buradan anlaşıyor ki demirin mıknatıs özelliği, akım kesildikten sonra da devam etmektedir. İşte bu deney elektromıknatısın temel ilkesini açıklayan bir deneydir. Şimdi elektromıknatısları inceleyelim.

Yukarıda deneyini de yaptığımız gibi yumuşak ya da üzerinde mıknatıs özelliği taşımayan bir demir çubuk ve bunun üzerine kaplayan bir sarğı makarasından oluşan düzene elektromıknatis

denir. Elektromıknatısın göbeği, yani demiri düz bir çubuk şeklinde olacağı gibi, klasik mıknatıs, yani U şeklinde de olabilir. U şeklindeki mıknatısların her iki ucuna da birer sarğı makarası takılır. Bu makaralara sarılı iletken tellere verilen elektrik akımı, demire mıknatıs özelliği kazandırır. Dolayısıyla da bir elektromıknatıs yapılmış olur.

Elektromıknatıslar normal mıknatıslardan çok daha kuvvetlidir. Telgraftan, elektrik ziline, hatta vinçlere kadar çok geniş bir kullanım alanları vardır. Bir elektromıknatısın kuvvetini hesaplamak için şöyle bir formülden yararlanılır:

Kuvvet = Bobin gücü x Kesit alanı / 8 Tl

Bu formülü bir örnekle açıklağa kavuşturalım. Bir elektromıknatısın göbeğinin ve makarasının kesit alanı 6 cm² dir. Makarada sarılı iletkenin oluşturduğu manyetik alanın gücü ise, 8 Gauss olsun. Bu elektromıknatısın kaldırma kuvveti ne kadardır?

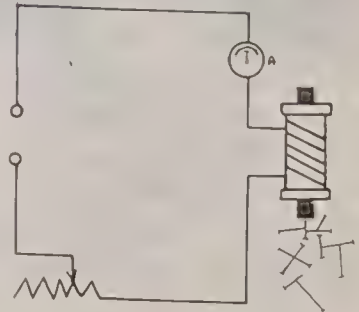
Bu elektromıknatısın kuvvetini hesaplamak için formülü şöyle uyguluyoruz:

Kuvvet = Bobin gücü x Kesit alanı / 8 Tl

Kuvvet = $8 \times 6 / 8 \times 3.14$

Kuvvet = $48 / 25.12 = 1.9 \text{ dyn}$

Kuvvet = 1.9 dyn.



Evimizde Elektrik

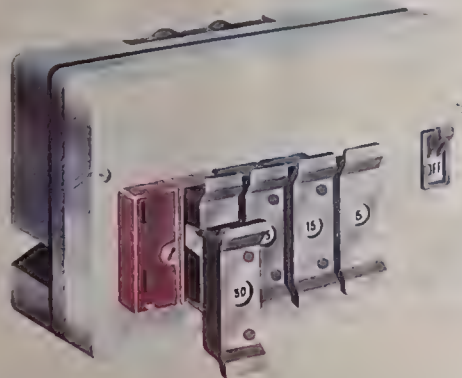
Yalıtım

Elektriğin kullanımında yalıtım çok önemlidir. Özellikle yüksek gerilimli elektrik hatlarında meydana gelebilecek ufak bir yalıtım için lastik kullanılıyordu. Lastiğin yalıtım gücü çok fazladır. Yani çok iyi bir yalıtkandır. Ancak, zamanla sertleştiği ve çatladığı için kullanımından vazgeçilmiştir. Onun yerine günümüzde plastik kullanılmaktadır. Çünkü çatlayan lastiklerin arasında oluşabilecek bir kaçak akım, yine bir yaşama malolabilir. Elektrik hatlarında bakır ya da alüminyum teller kullanıldığını söylemiştik. Bu iki maddenin iletkenliğini plastiğiyle kıyasarsak, aralarında oldukça büyük bir fark olduğunu görürüz.

Sigortalar

Sigortaların, istenmeyen yüksek gerilimlerde elektrikli aletleri koruduğunu biliyoruz. Sigorta, aynı zamanda o aleti kullanan kişinin başına bir şey gelmesini önler. Bir yalıtım yanlışlığından dolayı, elektrik hatlarında bir kaçak olduğunu düşünelim. Ya da hatlar arasında bir kısa devre meydana gelmiş olsun. Eğer sigorta olmazsa, eve çok büyük bir akım gelecektir. Gerektiğinden çok fazla ısınma, belki yangın, hatta bir patlama bile yapabilecektir. Gerektiği gibi korunan bir devrede, bundan etkilenen yalnızca sigorta olacaktır. Sigortaya sarılı olan tel hemen yanar ve evi büyük zarardan kurtarır. Sorun çözülendiğinde de kolaylıkla değiştirilebilir. Sigorta, ya porselen koruyucuların içinde olur, ki bu durumda sigortanın içindeki teli değiştirmemiz gerekir. Ya da anahtar şeklinde olur. Bunun yapımı ise çok daha basittir. Çünkü burada tel yanacağı yerde anahtar açılır ve telin içinden geçen akım kesilir. Yeniden akım getirmek için de yalnızca anahtarı kapamak yeterlidir.

ızgaradan çıkan güç bölümlerden geçerek küçük küçük apartmanlar sağlar ve sonunda da evinize ulaşır. (üstte)



Eğer yapımında bir yanlışlık varsa çok yüksek bir akımdan sonra sigortayı eritir ve akımı keser. Bu yüzden evdeki tüm devreler korunmalıdır. (altta)

Evin tüm elektrikliğini kontrol eden bir ana sigorta vardır. Bunun değiştirilmesi için bütün sigorta kutusunun açılması gerekir. Bu sigorta elektrik idaresine aittir ve son transformatörden geçip gelen şehir cereyanından sorumludur. Burada meydana gelen hatalardan korur. Bu telin maksimum kapasitesi 100 amper dolaylarındadır. Evin sahibi, kendi sigortalarına bilmeden gerektiğinden fazla kalınlıkta tel takabilir. Bu da eve fazla akımın gelmesine neden olur. Dolayısıyla hatlarda fazla bir ısınma

SİGORTA DEĞERLERİ

Devre	240 volt	110 volt
Üst kat	5 amper	10 amper
Alt kat	5 amper	10 amper
İsticci	15 amper	30 amper
Fırın		
Çamaşır makinesi	30 amper	60 amper
Üst kat gereçleri	15 amper	30 amper

Akkor ampülleri birçok şekilde ve boyda olabirler. İşte bunlardan birkaçı. (sağda)

ÖRNEK GÜÇ DEĞERLERİ

Kullanım yeri	Gerekli Güç (watt)
Saat	1-5
Portatif radyo	5-15
Müzik seti	50-200
Televizyon	30-300
Buzdolabı	100-200
Derin dondurucu	200-400
Tost makinesi	1000-2000
Fırın	1500-3000
Bulaşık makinesi	1500-3000
Elektrik süpürgesi	200-1000
Odamın aydınlanması	250-500
İsticci	2000-3000

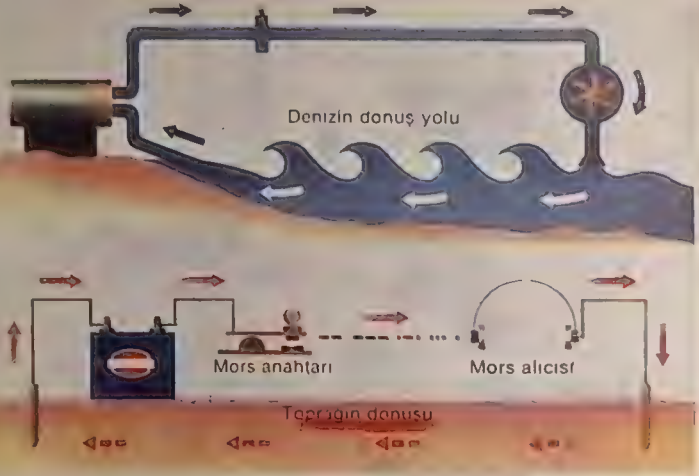


meydana gelir ve eve elektrik getiren hattın erimesine neden olur. Eriyen tel de birçok sorun yaratacağından, transformatöre bir zarar verebilir. Ana sigorta, işte bunun için yapılmıştır. Doğal olarak, evlerde kullanılan sigorta gereken şekilde olmazsa, ev sahibine hiçbir yarar sağlamaz.

Sigortanın ikinci şekli olan anahtarlı sigorta, devre kesici işlevini yerine getirir. Fazla akım geldiğinde devreyi keser. Yukarıda da söylediğimiz gibi, bunu düzeltmek çok daha kolaydır. Anahtar eski durumuna getirmek yeterlidir

Elektrikli Aletler

Elektrikle çalışan aletlerin çoğunun üzerinde bir yazı bulunur. Bu yazıda aletin ne kadar akım ve güç kullandığı gösterilir. Eğer akım bilinirse, alet ona göre bir sigortayla rahatça korunabilir. Eğer kullandığı güç bilinirse, aletin ne kadar elektrik harcadığı, yani bize kaç mal olduğu hesaplanabilir. Eğer gücü belirtilmemişse, çektiği akımla voltajı çarparak bunu biz kendimiz çıkarabiliriz. Örneğin 220 voltta çalışan bir radyo 5 amper çekiyorsa, harcadığı güç 1100 wattır.



DİRENÇ (ohm olarak)

Madde	1 santimetre küpteki direnç (ohm olarak)
Bakır	0.000 0015
Alüminyum	0.000 0025
Demir	0.000 0089
Tungsten	0.000 0049
Karbon	0.004
Kağıt	1000 000 000 000 (10^{12})
Kauçuk	1000 000 000 000 000 (10^{15})
PVC	100 000 000 000 000 (10^{14} 'e kadar)
Seramik	10 000 000 000 000 (10^{13})

Topraklama Yöntemi

Yaklaşık her elektrikli alet, şekilde görüldüğü gibi topraklamak gerekir. Böylece elektrik kaçaklarının bize zararı dokunmaz (sağda)



Fen ve Elektrik

Zeki Bir Bilginin Öncülüğünde

Faraday, 1791 yılında dünyaya geldi. Çocukluğundan itibaren fen bilimlerine büyük bir ilgi duydu. Yirmi bir yaşında ise, çok saygın bir kimyager olan **Sör Humphrey Davy**'in yanına asistan olarak girdi. Faraday'ın ilk çalışmaları kimya üzerinedir. Otuz yaşından sonra ise elektriğe yöneldi ve elektriğin, manyetizmanın kurallarını tam olarak açıklayan bir dizi deney gerçekleştirdi. Sonradan, ışığın manyetizma ile etkilenebileceğini buldu. Ancak, elektromanyetizma ile radyasyon arasındaki bağıntıyı kuramadı. Bunun nedeni de matematikte iyi olmayışydı. Deneylerini formüllere aktaramıyor, sonuçlarını bu şekilde çıkaramıyordu.

Radyo Dalgaları

Faraday'ın başaramadığı işi Maxwell gerçekleştirdi. İskoç bir ailede dünyaya gelen Maxwell'in eğitim yaşamı çok başarılı geçti. On dokuz yaşında iki çalışması

kitap haline getirildi. İlk akademik derecesini ise, dört yıl sonra Cambridge Üniversitesi'nde aldı. Yirmi beş yaşında ise profesörlüğe getirildi. Bu da tam 1856 yılında, Faraday'ın çalışmalarını tamamladığı ve araştırmalarını bıraktığı zamana rastlıyordu. Maxwell, önce dünyanın en ünlü fizik araştırma laboratuvarlarından biri olan Cavendish Laboratuvarı'nı kurdu. Bütün araştırmalarını bu laboratuvarında gerçekleştirdi. Burada çıkardığı elektromanyetizma formülleriyle, Newton ve Einstein'le birlikte dünya fizikçileri arasındaki yerini elde etti. Formüller, elektromanyetik dalgaların varlığını ortaya koyuyordu. Maxwell, ışığı bu tip bir dalgayla açıklıyordu. Elektromanyetik dalgalardan daha uzun dalga boyuna sahip bir dalganın (radyo dalgaları) bulunacağını ve bu dalganın ışıkla aynı hızda hareket ettiğinin saptanacağını belirtti. Teorisinin, ışığın hızını doğru olarak belirttiğini bilmesine karşın, radyo dalgaları üzerine yaptığı açıklamanın doğru olarak kanıtlandığını görecektir kadar yaşamadı. Radyo dalgalarının varlığı, ancak 1888 yılında Alman fizikçi olan Hertz tarafından kanıtlandı. İlk radyo dalgaları ise, 1894 yılında yirmi

yaşında bir İtalyan fizikçi, Marconi tarafından üretilmeye başlandı.

Kâşifler

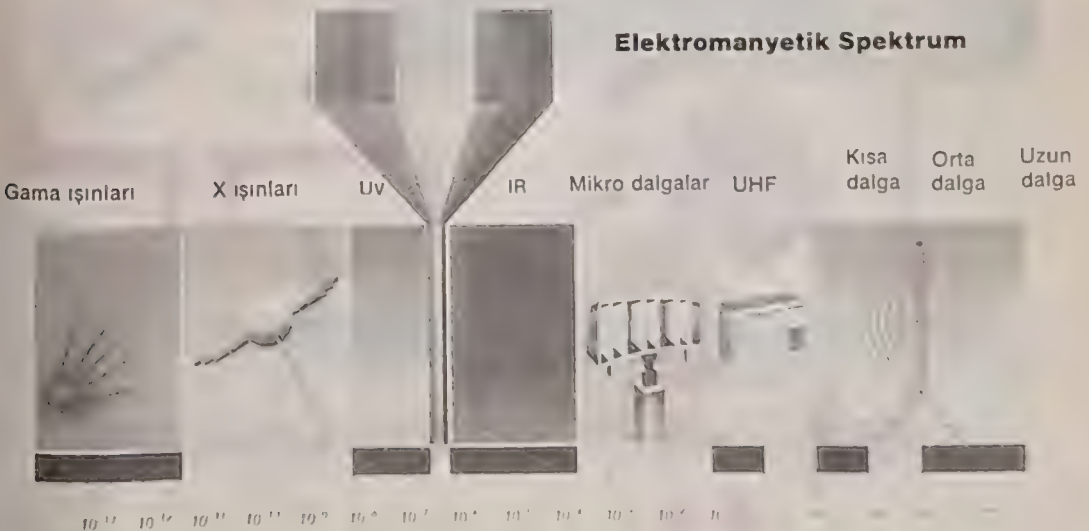
Birçok kâşif, keşiflerini ve dolayısıyla ünlerini, İngiliz fizikçileri Maxwell ve Faraday'ın formüllerini derinlemesine inceleyerek yapmışlardır. Özellikle Marconi, Edison ve Bell bu konuda çok başarılı olmuşlardır. Günümüz yaşamının vazgeçilmez araçları ya da onların ataları olan telefon, gramofon, kısa ve uzun dalga radyo, hep ondokuzuncu yüzyılın sonlarında gerçekleştirilmiştir. Tam o sıralarda, Cambridge Üniversitesi laboratuvarında, yine çok önemli bir keşifte bulunulmuştur.

Elektriğin Parçaları

1897 yılında Profesör J.J. Thompson şimdi televizyon tüpü olarak kullandığımız aletin çok daha basitinin içinden elektrik akımının geçtiğini fark etmişti.

Değişik radyasyon şekilleri, değişik biçimlerde kontrol edilir. Ancak hepsi de, dalga boyu uzunlukları değişen elektromanyetik dalgalardır. Direkt olarak görebileceğimiz tek radyasyon, ışıktır. Gama ışınlarının da, canlılar üzerinde çok önemli etkileri vardır. (altta)

Elektromanyetik Spektrum



(Dalga boyları metre olarak verilmiştir)

Şimdiye kadar belirttiğimiz bütün düşünceler, Maxwell tarafından matematik olarak bütünleştirilmiştir. Burada, bazı bağlantılar, resimlerle gösterilmekte. Akımın, hareket eden bir yük olduğundan başlıyoruz. İletkenin içindeki hareket akımı üretir, ve aynı zamanda bir manyetik alan ortaya çıkar. Bütün bunları biraraya getiren Maxwell, elektromanyetik dalgaların varlığını ortaya çıkarır. (altta)



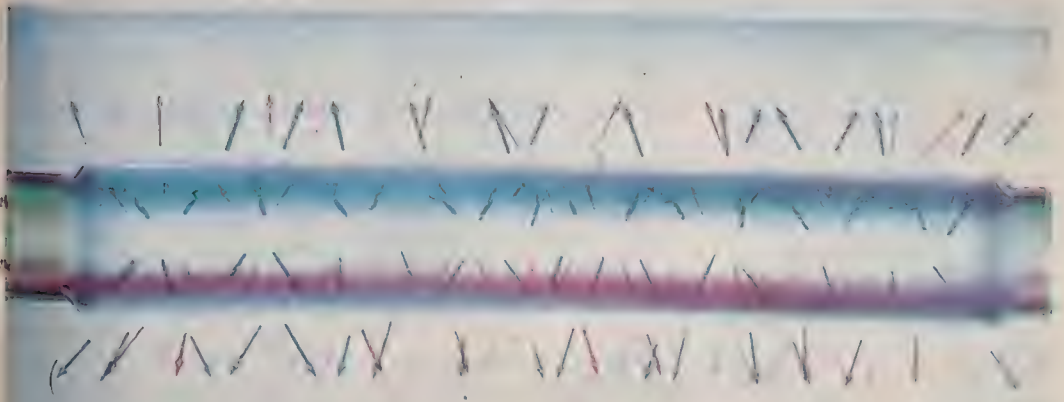
Keşiflerin Kısa Bir Özeti

Tüpün içinde hava yoktu. Yaptığı deneylerle araştırmasını ilerletti ve akımın çok küçük parçacıklardan oluştuğunu buldu. Bu parçacıklar, ağırlıkları ve elektrik yükleri ölçülebilen elektronlardı. Kısa bir süre sonra da, proton keşfedildi. Onun ağırlığı ve elektrik yükü de, Thompson'inkine benzer bir yolla ölçüldü. Elektrodaki eksiyük ve protondaki artıyük onları birbirine doğru çekmekteydi. Bir elektron ve proton, birarada bir hidrojen atomunu oluşturmaktaydılar. Ancak bazı metallerde, bazı elektronlar serbestçe dolaşabilmekte, ve bir elektrik akımı oluşturmaktadır. Havaşız bir tüpün içindeki elektronlar çok duyarlı bir biçimde denetim altında tutulabilmektedirler. Bu şekilde ses ve radyo dalgaları üzerinde oldukça gelişmiş deneyler yapılabilmekteydi. Bütün bu keşiflerden sonra, elektrik daha derinlemesine anlaşıldı ve ileride yapılacak her tür araştırmaya ve keşfe kolaylık sağlandı.



Florasan lambaları rahatlık için her türlü şekle girebilir veya reklamcılığın her türlü isteğine cevap verebilir.

Gazdan çıkan renkler belirsiz olabilir. Bunları ayırt etmenin tek yolu bazı renkleri ve tüm ultraviyoleleri florasan geçidinin içine yerleştirmektir (altta).

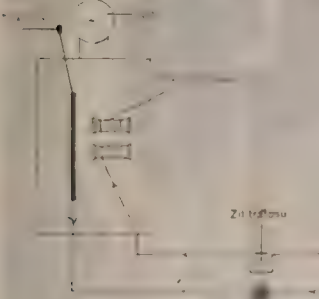


Elektromıknatis İlkesine Dayanarak Yapılan Aletler

Elektromıknatis ilke olarak alınıp bazı aletler yapılmıştır. Bunların başında elektrik zili, telgraf gelmektedir. Şimdi bu aletlerin çalışma ilkesini teker teker incelemeye çalışalım.

Elektrik Zili

Elektrik zili'nin çalışma ilkesi bir elektromıknatis tarafından çekilen, bir demir parçası ve buna ilişik bir tokmağın kampanaya vurması şeklindedir.

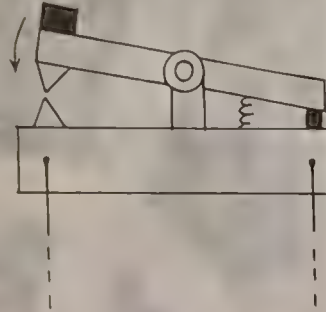


Elektromıknatisa akım verildiğinde, bir çekme gücü doğar. Bu çekme gücü, önünde bulunan demir levhayı kendine doğru çeker. Bu demir levhanın ucunda bir tokmak bulunmaktadır. Elektromıknatis, demir levhayı kendine doğru çekince, tokmak da öne doğru gelir. Seri olarak tokmak çana çarpar ve zil görevi yapar.

Telgraf

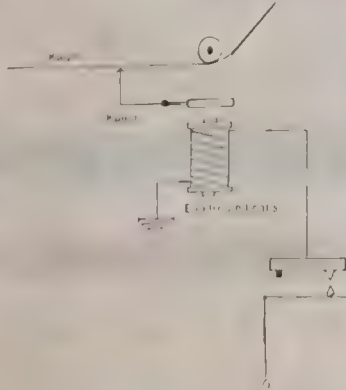
Mors alfabesiyle haberleşmeye yarayan telgraf, günümüzde tarihe karışmıştır. Artık yerini teleks dediğimiz yeni bir ağıta bırakan telgrafın çalışma ilkesi de, elektromıknatisa dayanmaktadır. Telgraf iki ana bölümden oluşmaktadır; Birincisi alıcı, diğeriye vericidir. Alıcı dediğimiz bölüm, verilen mesajı alan, verici dediğimiz bölümse mesajı veren bölümdür. Önce verici bölümden başlayarak telg-

rafı anlatmaya çalışalım. Buna manüple de denir. Çünkü elektrik devresini belli aralıklarla açıp



kapamaya yarayan bir bölümdür bu. Bir çeşit elektrik anahtarı da diyebiliriz. Yaylı bir anahtardır bu. Düğme kısmına bastığımızda devre kapanmış ve elektrik akımı geçmeye başlamış demektir. Elimizi düğmeden çektiğimizde eski halini alır. Yani elektrik devresini açar, böylece akımın geçmesine izin vermez.

Şimdi de verici kısmı inceleyelim. Bu bölümde bir elektromıknatis vardır. Bu elektromıknatisin önünde bulunan demir bir levhayı da, çizgi çizen bir uç bağlidir. Uçun önünden de şerit halinde kâğıt geçmektedir. Devreye elektrik akımı verildiğinde, elektromıknatis önünde bulunan demir levhayı kendine doğru çeker. Tabii ona bağlı olan çizgi çizen uç, da, öne doğru hareket eder. Karşısına gelen kâğıt şeridi çizmeye başlar. Devre kapalı kaldığı sürece kalem kâğıdı çizmeyi sürdürür. Devre kesildiğindeyse bu çizme işlemi durur



Çalışma biçimini öğrendikten sonra, bu telgraf aygıtıyla, mors alfabesinin yardımıyla, nasıl haberleşildiğini öğreneceğiz.

Bu haberleşme düzeninde harfler yerine çizgi ve noktalar dan yararlanılır. Örneğin; manüpleye hemen basıp kaldırdığımızda, aracın alıcısındaki kâğıdın üzerine bir nokta çizilmiş olur. Fakat elimizi manüplede biraz fazla tuttuğumuzda, alıcısındaki kâğıda çizgi çizmiş oluruz. İşte bu çizgi ve noktaların sıralanmasından Mors Alfabesi doğmuştur. Bu alfabeyi ve telgrafı ilk bulan ünlü bilgin Samuel Morse'dür. Bu yüzden onun adıyla anılmaktadır. Mors Alfabesinde yer alan harfler sunlardır:

A . —	ST ... — —
B — —	T — —
C — — —	U — —
ÇH — — —	Ü — — —
D — —	V — — —
E — —	W — — —
F — —	X — — —
G — — —	Y — — —
H — — —	Z — — —
I . . .	? — — —
K — — —	1 — — —
L — — —	2 — — —
M — — —	3 — — —
N — — —	4 — — —
O — — —	5 — — —
OE . — — —	6 — — —
P — — —	7 — — —
Q — — —	8 — — —
R — — —	9 — — —
S . . .	0 — — —

Teleks

Zamanla mors alfabesiyle haberleşme tarihe karışmış yerini teleks dediğimiz yeni cihazlar almıştır. Teleksin özelliğiyle normal alfabeyle haberleşilmesidir. Alıcı ve verici olarak daktilo gibi kullanılan bir aygıttır. İlke aynı telgraf gibidir. Yalnız klavyesindeki harflerin hangisine



basarsanız karşı taraftaki kâğıda o harf basar. Zamanla teleksler de gelişmiş ve yerlerini bilgisayarlı son model telekslere bırakmıştır. Posta haberleşmesinde telgrafın yerini bu cihaz almıştır.

Ölçü Aletleri

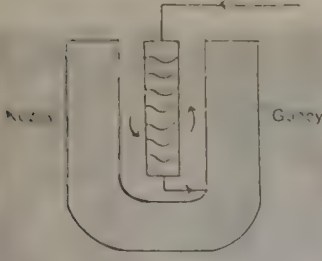
Elektrik akımının manyetik etkisinden yararlanılarak bazı ölçü aletleri geliştirilmiştir. Bu ölçü aletleri galvanometre, ampermetre, voltmetre ve vatmetre'dir. Şimdi teker teker bu aletlerin

çalışma ilkelerini inceleyelim:

Döner Çerçevesel Galvanometre

Döner Çerçevesel Galvanometreyi meydana getiren belli başlı parçalar şunlardır: U biçimindeki bir mıknatıs, bu mıknatısın iki ayağı arasına sığabilecek ve kendi eksenini çevresinde rahatlıkla dönebilecek bir makara. Çalışma ilkesi ise şöyledir: Akım bu makaraya verilecektir. Akım verildiği andan itibaren bu makaranın yüzlerinden biri

kuzey, diğeri de güney kutbunu oluşturacaktır. Sağdaki güney, soldaki de kuzey kutbu olduğunu düşünürsek, makara saat-yelkovanının tersine döner. Bu dönme bir süre sonra durur. Nedeniyse makaranın üzerindeki sarımlardır. Makara dönerken tellerde gerilir. Bu gerilme sonucu manyetik alandan meydana gelen dönmeye karşı bir güç doğar. İşte bu karşı güç, belli bir süre sonra manyetik alanın dönme gücüne galip gelir ve makaranın durmasını sağlar



Bu basit bir galvanometredir. Bu aletin miknatısının gücünü artırarak, manyetik alanı genişleterek ve makaradaki sargı sayısını fazlalaştırarak galvanometrenin duyarlılığını da artırmış oluruz. Döner çerçeveli Galvanometre, en basit ölçü aletlerinden biridir.

Döner Çerçeveli Ampermetre

Döner çerçeveli ampermetre de, aynı döner çerçeveli galvanometrenin ilkesine dayanılarak yapılmıştır. Fakat daha küçük olduğu için, kullanma alanı geniştir. Yalnız duyarlılığı galvanometre kadar değildir. Çünkü sargı sayısını ve manyetik alanın genişliği daha azdır. Milliampere kadar ölçülebilir.

Vatmetre

Bir elektrik yükünün ölçen aletlere Vatmetre adının verildiğini biliyoruz. Vatmetreler döner çerçeveli ölçü aletlerinden farklıdır. Vatmetrelerde iki makara bulunur. Bu makaralardan biri duran diğer ise hareketlidir. Hareketli makaranın ortasında bir yay vardır. Bu yay makaranın dönmesini güçleştirir. Devreyi kapadığımızda hareketli makara diğer duran makara tarafından meydana getirilen manyetik ala-

nın etkisiyle hareket eder. Fakat belli bir süre sonra yay onun daha fazla dönmelerini engeller. Bu makaraya bağlı bir ibre ise taksimattaki değerlerden yükün gücünü gösterebilir.

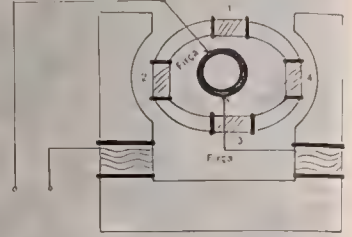
Elektrik Motorları

Elektrik enerjisi elde etmek için başka enerjinin çeşitlerinden, örneğin ısı enerjisinden, hidrolik enerjiden, kimyasal enerjiden yararlanıldığını biliyorduk. Elektrik enerjisinden yararlanılarak başka enerjiler elde etmek de olanaklıdır. Bunların en yaygını ise elektrik motorlarıdır. Elektrik motorları elektrik akımının manyetik etkisinden yararlanılarak yapılan aygıtlardır. Elektromanyetik güçlerin yardımıyla elde edilen düzenli bir dönme hareketidir.

Elektrik motorları genellikle iki parçadan meydana gelirler: Bu parçalardan birincisi sabit bölümdür. Bu sabit bölüm çok güçlü bir elektromıknatıstır. Etrafında manyetik alan meydana getirir. İkincisiyse, sabit bölümün meydana getirdiği manyetik alan içinde, dönme hareketi yapabilen hareketli bölümdür. Buna elektrik dilinde çekirdek denir. Şimdi motorların yapılış özelliklerini ayrıntılı olarak inceleyelim:

Sargılı motor tipi dediğimiz bu elektrik motorlarının sabit bölümleri, bir elektromıknatıstır. Bu elektromıknatısın iki kutbu o şekilde yapılmıştır ki, çekirdek kısmının rahatça dönmelerini sağlayan dairesel bir boşluk bırakılmıştır. Motorun çekirdek kısmı, daire şeklinde kesilmiş bir demirdir. Bu demirin üzerinde sargılar vardır. Sargılar dört ayrı makaraya sarılmıştır. Bu makaralarda demirin üzerine geçirilmiştir. Makaralardaki sargıların uçları da çekirdeğin merkezinde bulunan ve üzeri bakır levhalarla kaplanmış olan bir merkeze bağlanmıştır. Bu merkez elektrik akımının

devamlılığını sağlayacaktır. Bu nedenle buna toplayıcı adı verilmiştir. Bu toplayıcıya birbirinin ters yönünde sürtünen iki fırça bulunmaktadır. Bu fırçalardan birinin ucu hareketsiz olan gövdeye, yani elektromıknatısa bağlıdır. Diğer fırçanın ucu ise elektrik üreticisine bağlıdır.



Devre kapandığı zaman, yani elektrik akımı motordan devresini tamamlayınca, elektromıknatıs aracılığıyla yayılan manyetik kuvvetler, çekirdeği etkilerler. Üreteçten çıkıp elektromıknatısa giren, oradan da fırçaya ulaşan akım, toplayıcıya daha sonra da fırçanın sürtünmesi aracılığıyla makaralara gelir. Burada elektrik akımı ikiye ayrılır. Birinci koldaki akım 1 ve 4 numaralı makaralara ikinci koldaki akım da 2 ve 3 numaralı makaralara gelir. Buradan diğer fırçada toplanır ve devresini tamamlar. Elektrik akımı motorda böyle bir yol çizer. Peki akımın böyle dolaşımı sonucu ne meydana gelir? İşte bunun sonucunda çekirdek kısmı akımın geliş yönünde elektromanyetik alanın içerisinde kalıp, etkilenecek dönmeğe başlar. Bu dönme mekanik bir harekettir. Dolayısıyla elektrik enerjisi de mekanik enerjiye dönüşmüş olur.

Bir Elektrik Motorunun Gücü

Bir elektrik motorunun gücünü hesaplamak için birkaç aşamalı işlem yapmak gerekmektedir. Bu işlemlerin birincisi çeyrek dönme süresinde motorun yaptığı işi bulmaktır.

Motor Kanunu

1. Tek tel :
Akım yok



2 Akım var
tel aşağıya çekiliyor

1 Tel bobini akım yok



2 Akım var
bobin dönüyor



Elektrikli motorlar çeşitli büyüklüklerdedir. Her gün kolumuzda taşıdığımız küçük bir saatten, bir trenin motoruna kadar çeşitli büyüklüklerdedir. Bir örnek vermemiz gerekirse, bütün dünyada bir Japon mucizesi olarak bilinen "Mermi Tren" olağanüstü hızını büyük elektrik motorunun yardımıyla elde etmektedir (solda)



Geceleri kırmızı neon ışığı Hong Kong'u hakimiyetli altına alır. Diğer renkleri ise değişik gaz türleri tarafından meydana gelirler. (usttle)

Dinamolar

Dinamolar elektrik üreten araçlardır. Dinamolar bir başka deyişle mekanik enerjiyi, elektrik akımına çeviren aygıtlardır. Yani elektrik motorlarının tam tersi bir görey görürler

Dinamoların yapılış şekilleri şöyledir: Manyetik bir alan içinde bir dönme hareketi sonucu, bir indüksiyon meydana gelir. Bu indüksiyon dinamoların yapılış şeklinin temelini oluştururlar. Onun için önce indüksiyon akımını incelememiz gerekmektedir.

İndüksiyon

İndüksiyon olayını iyice anlayabilmek için önce bir deney yapmak gerekmektedir. Üzerinde belli sayıda sarım bulunan bir makara alalım. Bu makaradan çıkan iki ucun arasına da bir ölçü aleti yani galvanometre bağlayalım. Miknatısı bu makaranın

sol ucuna yaklaştıralım. Birden galvanometre ibresinin miknatısı yönünde bir sapma yaptığını görürüz. Miknatısı yavaş yavaş çektiğimizde ibrenin ters yöne doğru bir sapma yaptığını görürüz. Buradan anlaşılıyor ki miknatıstan makaraya doğru bir elektron akımı olmaktadır. Bu deneyi ters yönde tekrarlayalım. Yani miknatısı bu kez makaranın sağ ucuna yaklaştırıp uzaklaştıralım. Aynı şeylerin yineleniğini göreceğiz. Yani miknatısı makaraya yaklaştırdığımızda ibre miknatısı doğru, uzaklaştırdığımızda da ters yönde sapacaktır.

Bu kez miknatısı sabit tutup, makarayı hareket ettirelim. Gene ibrenin aynı hareket içerisinde olduğunu göreceğiz.

Buradan anlaşılıyor ki, herhangi bir devrede manyetik alanın değişmesi sonucu, bir akım meydana gelmektedir. Bu akıma Endüksiyon Akımı denir. Bu manyetik akımın değişikliği, indüksiyon akımının süresi kadardır.

Vantilatörler ve Klima Cihazları

Vantilatörler ve klima cihazları elektrik motorlarının aracılığıyla

çalışan aygıtlardır. Bu aygıtlar sıcak ve soğuk hava akımı yapmaya yararlar. Vantilatörler sıcak havalarda hava ceyanı yaparlar ve serinlik verirler. Klima cihazlarının vantilatörlerinden farkı ise soğuk hava püskürtükleri gibi sıcak hava da verebilirler

Vantilatörler iki ana bölümden oluşurlar: Birincisi motor, diğeri ise pervane kısmıdır. Verilen bir elektrik akımı aracılığıyla motor döndürülür. Dönen motorun miline bağlı bir pervane vardır. O da dönmeye başlar. Pervanenin kanatlarına hava çarpar ve kapalı yerde bir hava akımı oluşur. Böylece sıcak havada serinlemiş oluruz.

Klima cihazları da, içlerindeki bir elektrik motoru aracılığıyla hava püskürtürler. Püskürtükleri hava genelde soğuk havadır. Fakat içlerinde bir de rezistans vardır ki bu rezistans, elektrik akımının ısı etkisiyle bir süre sonra kızar. Kızan rezistans püskürtülen havayı ısıtır. Böylece sıcak hava püskürtülmüş olur.

Klimalar çok çeşitlidir. Ebatlarına göre serinletici ve ısıtıcı güçleri değişir. Vantilatörler de çeşitlidir. Küçük çapta olup masa üzerine konanlardan tutun da, tavana yerleştirilip geniş serinletme alanı yaratanlar da vardır

Dinamoların Yapılışı

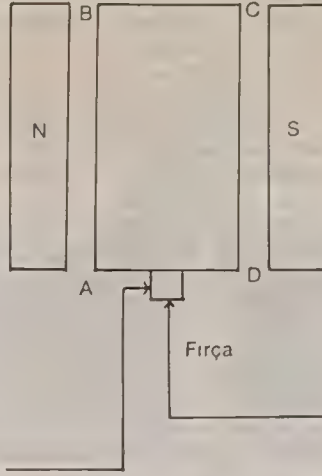
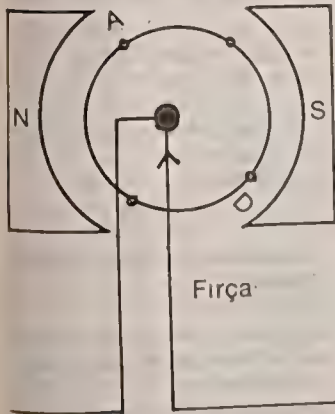
Dinamolarla elektrik motorları arasında, yapı itibarıyla bir benzerlik vardır. Dinamolar da elektrik motorları gibi, bir durağan, bir de hareketli olmak üzere iki bölümden meydana gelirler. Dinamoların çalışabilmesi için bir manyetik alan meydana gelmesi gerekmektedir. Bu manyetik alanı meydana getirecek olan da kuvvetli bir miknatısı veya bir elektromiknatısıdır. Demek ki dinamolar için birinci derecede gereken, bir elektromiknatısıdır. Bu elektromiknatısı dinamodonun durağan bölümünü oluşturur.

Buna elektrik dilinde endükleyen denir.

İkinci, olarak bu elektromiknatisin meydana getirdiği manyetik alan içinde biteviye akım değişiklikleri meydana gelmesi gerekmektedir. Bunu da üzerinde sargılar bulunan bir makara sağlayacaktır. Bu sargı da dinamonun hareketli bölümünü oluşturacaktır. Böylece dinamoların iki ana bölümünü belirtmiş olduk. Şimdi gelelim bu iki bölümün devinimine. Elektromiknatis, yani sabit bölümün kutupları aynı elektrik motorlarında olduğu gibi silindirik bir yuva şeklindedir. Çünkü bu yuvanın içinde hareketli olan kısım, yani silindirik şeklindeki makara dönecektir. Ve bu dönme sırasında sürekli bir akım değişikliği meydana getirecektir.

Dinamoların ikincil parçalarına gelince, bunlar aynı elektrik motorlarında olduğu gibi toplayıcı fırçalardır. Dinamonun hareketli olan kısmının ucuna bakır levhalar yerleştirilir. Fırçalar da bu bakır levhalara değeri. Buraya kadar doğru akım üretici olan dinamoların yapılışını inceledik. Şimdi çalışma sistemlerini ve bu dinamolardan elektrik akımının nasıl elde edildiğini araştıralım.

Sabit elektromiknatis içinde dönen sarımın her 90 derecede bir



akım değişikliği yaptığını biliyoruz. Bu endüklenenin ters yönündedir. İşte bu ters yöndeki akım, toplayıcı bakır levhalara gelir. Bu levhalara sürekli sürtünen fırça aracılığıyla da bir iletkene, iletkenin de yüke ulaşır. Yani elektrik akımı elde edilir. Bu açıklamayı bir şekil üzerinde daha detaylı olarak incelemekte yarar var.

Dinamonun döner kısmının D'den A'ya doğru döndüğünü düşünelim. Bu bölüm 90 derece döndükten sonra, devreden geçen akımın arttığını görürüz. Fakat bu akımın azalması gerekmektedir. Bunun için de akıma ters yönde bir endüksiyon akımının gelişmesi söz konusudur. Yani bu akım ABCD noktalarının yönünde olmalıdır. Çünkü sabit kısmın meydana getirdiği manyetik alana, ters düşecek bir alan meydana getirecektir. İşte bu dönme sonucu meydana gelen alan, gövdenin akışını azaltır. Sonuçta bir akım meydana gelir. Bu akım toplayıcı adını verdiğimiz bakır levhalara gelir. Levhalara devamlı sürtünmekte olan fırçalar aracılığıyla da, bir devreye kullanılmak üzere ulaşır.

Bir Dinamonun Elektromotor kuvvetinin Hesaplanması

Bir dinamonun elektromotor kuvvetinin hesaplanması için

şöyle bir formülden yararlanılır:

Elektromotor kuvveti= $10 \times \text{İndüklem akısı} \times \text{Saniyedeki dönme sayısı} \times \text{Sarımların sayısı}$

Bu formülü bir örnekle açıklığa kavuşturalım. Bir dinamonun hareketli kısmında 50 sargı bulunmaktadır. Ve bu kısım saniyede 2 tur dönmektedir. İndüklem akısı ise 4000 Maxwell'dir. Bu dinamonun elektromotor kuvveti nedir?

Bu dinamonun elektromotor kuvvetini bulmak için, formülümüzde eldeki verileri yerleştirmek zorundayız.

Elektromotor kuvveti= $10 \times 4000 \times 2 \times 50$

Elektromotor kuvveti= 40000×100

Elektromotor kuvveti= 4000000

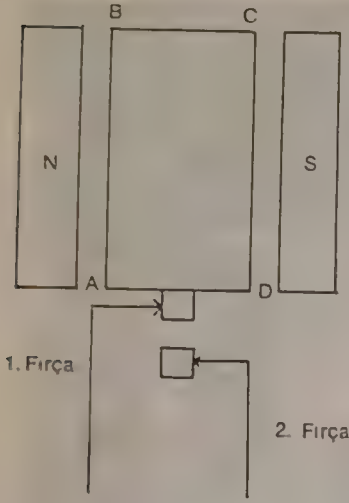
Alternatif Akım

Buraya kadar doğru elektrik akımını incelemiş bulunmaktayız. Şimdi yeni bir akım türünü, dalgalı akım veya alternatif akım inceleyeceğiz. Alternatif akım adından da anlaşılacağı gibi dalgalı bir akımdır. Yani periyodu değişmektedir. Alternatif akım, şiddeti değişen bir akımdır. Buna rağmen aydınlatma ve ısı elde etme alanlarında aynı doğru akım gibi görev yapmaktadır. Alternatif akımı tam olarak anlayabilmek için, en basit alternatif akım üretici (alternatör) ile bir deney yapmak zorundayız.

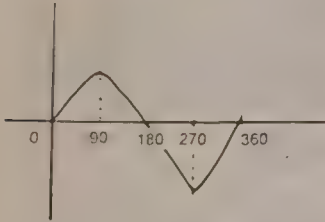
Alternatör

Alternatör bir dalgalı akım üreticidir. Yapılış dinamonun hemen hemen aynıdır. Fakat ufak tefek bazı farklar gösterir. Alternatörler de, dinamolar gibi sabit bir elektromiknatis ve onun ortasında dönen bir sargıdan oluşmaktadır.

Bir alternatörün ABCD sarımı, S kutbuna doğru dönmektedir. Birinci çeyrek dönmenin sonucunda bir endüksiyon akımı meydana gelir. Bu endüksiyon akımının yönü DCBA yönündedir. Bu akım birinci top-



layıcıya gelir ve buna sürtünen birinci fırçadan çıkar ve devreye ulaşır. İkinci çeyrek dönmede de bu durum devam eder. Fakat üçüncü çeyrek dönmede ise durum değişir. Bu kez ters yönde bir akım belirlir. Bu akım da ikinci toplayıcıya ulaşır. Buna sürtünen ikinci fırça aracılığıyla bu akım da devreye varır. Ama bu akımın periyotları değişiktir. Ortaya dengesiz bir grafik çıkar. Bu periyotları şöyle bir eğriyle gösterebiliriz:



Alternatif Akımın Etkileri

Alternatif akımın da doğru akım gibi ısı, manyetik ve kimyasal etkileri vardır. Tabii ki alternatif akımın etkileri doğru akıminkilere oranla biraz farklıdır. Şimdi teker teker bu etkileri incelemeye çalışalım.

Alternatif Akımın Kimyasal Etkileri

Alternatif akımın ısı etkisi doğru

akıminkine nazaran farklıdır. Alternatif akımın şiddetinin sürekli değiştiğini biliyoruz. O halde ısı da değişmektedir. Yani bir iletken telin üzerinden alternatif akım geçtiğinde bu telin her şiddet değişikliğinde ısının da sıfıra düşüp yükselmesi gerekmektedir. Gelgelelim akkor hale gelen bu tel, yeniden ısı yükselmeye kadar soğumaz. Bu nedenle ısı sabit kalır. Dolayısıyla alternatif akımın ısı etkisinden de, aynı doğru akımda olduğu gibi yararlanabiliriz. Bunun en basit örneği termik ampermetreyle alternatif akımın şiddetini ölçmektedir. Alternatif akımın şiddeti sürekli değişmektedir. Oysa ampermetrenin bize göstermiş olduğu değer sabit bir şiddettir.

Alternatif Akımın Manyetik Etkisi

Alternatif akımın da doğru akım gibi manyetik etkisi vardır. Yani üzerinden alternatif akım geçen bir iletkenin etrafında, bir manyetik alan oluşur. Gelgelelim bu manyetik alanı meydana getiren kuvvetler de dalgali olurlar. Bu nedenle döner çerçeveli ölçü aletleriyle çeşitli değerleri ölçülemez.

Alternatif Akımın Kimyasal Etkileri

Alternatif akımın kimyasal etkisi de düzenli değildir. Bir elektroliz kabında yer alan kutuplar da, dalgali akımın periyoduna göre değişir. Yani bir periyot biri anot olurken, diğeri katod olur. Kutuplarda ayrışan maddeler de kutuptan kutuba yer değiştirirler.

Alternatörlerin Yapılışı

Alternatörler günümüzde sanayide geniş biçimde kullanılmaktadır. Sanayide kullanılan akümülatörlerin yapılış ilkeleri şöyledir: Sabit gövde üzerinde biri sağda, öbürü solda olmak üzere, üzerinde sarım bulunan iki makara vardır. Bu makaraların

arasında dönen kısım ise, bir elektromıknatıstır. Bu makaraların uçlarına bağlanan bir iletken den de, elde edilecek akım çekilir. Böyle bir alternatörde dönen kısmı, yani mıknatısı çevirdiğimizde elektrik akımı bu iletken telden dışarıya doğru çıkmaya başlar. Bu iletkene bir galvanometre bağladığımızda, şöyle bir durumla karşılaşırız:

Mıknatıs yarım tur dönene kadar, elektrik akımının yönü de değişir. Yarım tur bitip tekrar eski durumuna gelene kadar, akımın yönü bir daha değişmektedir. Dolayısıyla yönü sürekli değişen, alternatif yani dalgali akım elde edilmiş olur.

Alternatif Akımın Frekansının Yani Titreşiminin Hesaplanması

Alternatörlerdeki endükleyici kısmın birim zamanda, yani bir saniyedeki dönme hızı ile kutup sayısı (aynı kutupların sayısı) arasındaki oran yararıyla bir alternatif akımın frekansını buluruz. Bu tanımı formüle edecek olursak şöyle bir sonuca varırız:

Frekans = Kutup sayısı x Saniyedeki dönme hızı

Şimdi bu formülü bir örnekle açıklığa kavuşturalım: Bir alternatörün hareketli kısmı, iki kutupludur. Bu kısmın saniyedeki dönme hızı da 8 turdur. Bu alternatörden elde edilen akımın frekansı ne kadardır?

İşlemi yapmak için verileri, formüle yerine koyarız ve şu sonucu elde ederiz:

Frekans = Kutup sayısı x Saniyedeki dönme hızı

Frekans = 2 x 8

Frekans = 16 c/saniye

Alternatif Akımla Çalışan Elektrik Motorları

Daha önce elektrik motorlarını incelemiştik. Genel ilkelerini öğrendiğimiz bu elektrik motorları, doğru akımla çalışmaktaydı.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Şikago'nun batısındaki Fermilab ve Fransa-İsviçre sınırı yakınındaki CERN, elektrikli mıknatıs üretimi üzerinde çalışan iki büyük araştırma merkezidir (altta).



Şimdiyse alternatif akımla çalışan elektrik motorlarını inceleyeceğiz.

Doğru akımla çalışan bir elektrik motoru, alternatif akımla da çalışır. Çünkü gerek elektromıknatısın üzerindeki sargılar, gerekse döner kısımda bulunan sargılar üzerinde meydana gelen akımın yön değiştirmesi, aynı zamana rastlar. Bu yüzden de motor belli periyotlarda dönme yönünü değiştirmez. Yalnız toplayıcı dediğimiz bakır levhalarda bir ark meydana gelir, bu yüzden bu bölümlerinin ömrü kısa olur.

Bir alternatörden de elektrik motoru olarak yararlanabiliriz. Örneğin bir alternatörün durağan kısmına alternatif akım, hareketli kısmına da doğru akım uygulayalım. Sarımların bulunduğu sabit kısma alternatif akım verildiğinde, bu sarımlar üzerinde, mıknatıslarda olduğu gibi N. ve S.

kutupları meydana gelecektir. Hareketli kısma belli bir hız vermek amacıyla çevirdiğimizde, bu kısmın sürekli dönmeye başladığını görürüz. Çünkü sabit kısımdaki makaraların kutuplarının karşısına zıt bir kutup gelmiştir. Bu zıt kutup döner kısmı itmeye başlar. Sonuçta da döner kısım sürekli hareketini sürdürür. **Transformatörler**

Gerilim farklarını değiştiren aygıtlara **transformatör** denir. Transformatörlerin sanayide geniş bir kullanım alanı vardır. Evimizde kullandığımız cihazların kimi 110 Volttur. Fakat şebeke akımımız 220 Volt olunca bu aletleri kullanamayız. Bu yüzden bu aletlere 110 Voltluk elektrik akımı vermek zorundayız. İşte burada transformatörlerin gereği ortaya çıkmaktadır. Bir transformatör aracılığıyla bu eşyalarımızı rahatlıkla 220 Voltluk bir şebeke akımında kullanabiliriz.

Transformatörlerin Yapımı

Transformatörlerin iki ana parçası bulunmaktadır. Bunlardan birincisi: Çekirdek adı verilen ana gövdedir. İkinci bölümse, bu gövdenin üzerinde yer alan ve üzerinde sarımlar bulunan iki makaradır. Önce gövde yani çekirdek kısmını inceleyelim.

Bu kısım ince saç levhalardan oluşmuştur. Bu levhalar yan yana getirilmiş ve araları yalıtılmıştır. Bu levhalar genellikle kare biçiminde kesilmiş ve ortası deliktir. Yan yana getirilip tomar yapıldıktan sonra da, kenarları yeniden yalıtılır.

Makaralara gelince: Bunlar saç levhaların iki kenarına geçirilir. Bu makaralardan birine **primer**, diğerine de **sögönder** adı verilir. Primere değiştirilmesini istediğimiz akımı veririz. Sögönder de istenilen gerilim de çalışmasını istediğimiz aygıtı bağlarız.

Elektriği Depolamak

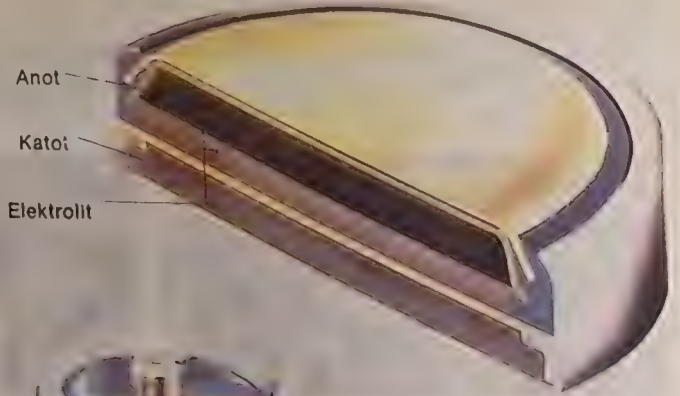
Elektrik Niçin Depolanır?

ELİKTRİK depolamanın iki amacı vardır. Radyo ya da el feneri gibi taşınabilir bir aracı çalıştırmak, ya da eldeki fazla gücü depolayıp normalin üstünde bir talebi günler, saatler ya da saniyeler sonra karşılamak. Elektronların kendilerini depolamasının tek yolu bir elektrik kondansatörü kullanmaktır. En basit yaklaşımla kondansatör, elektronların üstünde bir elektrik alanı tarafından tutulduğu metal bir levhadır. Kapasitörler, elektronik devrelerdeki zayıf ve hızla değişen akımlarla çalışmak için son derece elverişlidirler. Buna karşı ancak küçük miktarlarda enerji depolayabildiklerinden geniş ölçekli uygulamalara uygun değildirler. Bu yüzden elektriği depolayabilmek için enerjiyi elektriğe verimli bir şekilde dönüştürülecek halde depolamasının yollarını aramalıyız.

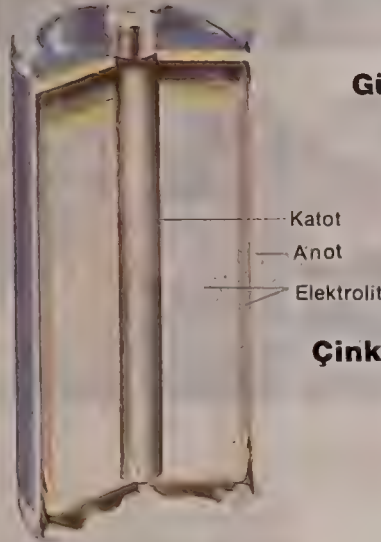
Mekanik Depolama

Suyu yüksek bir kaba pompalayarak büyük miktarda enerjiyi mekanik enerji durumunda biriktirmek mümkündür.

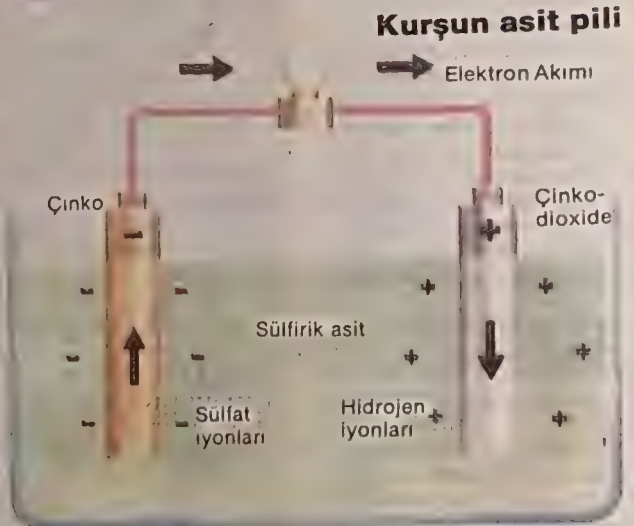
Pekçok pil çeşitleri vardır. Gümüş oksit pilleri çok küçük olabilir (birkaç milimetre kalınlığında). Uzun süre dayandığından saatlerde ve fotoğraf makinelerinde kullanılır. Radyolarda, hesap makinelerinde, el fenerlerinde ve oyuncaklarda kullanılan çinko-karbon pilleri çoğunlukla daha büyüktür (yaklaşık 4 cm boy ve 2 cm çap). Bir ölçüde, yeniden doldurulmaları mümkün olmakla birlikte genellikle kullanıldıktan sonra atılırlar. Kurşun-asitli piller ise defalarca doldurulabilir. Ama ağır olduklarından, delinme ya da devrilme anında asit tehlikeli olabilir (sağda).



Gümüş oksit pili



Çinko karbon pili

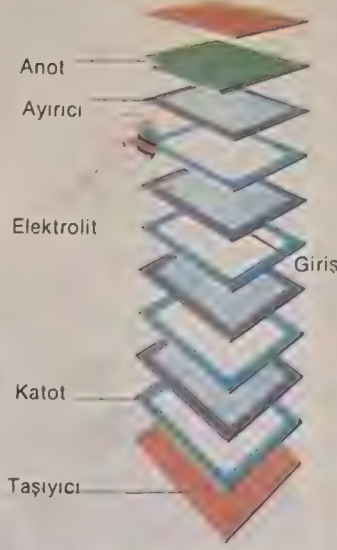


istasyon talebi karşılayamadığında su bir türbinden akıtılarak elektrik elde edilebilir. Volanlar daha kısa süreli olarak mekanik depolamayı sağlarlar. Volan, jeneratörün şaftına geçirilmiş, birlikte dönen, ağır, büyük bir tekerlektir. Dönüşü sayesinde büyük miktarda enerji taşır ve bu enerji ani bir talep artması halinde şaftın dönmeye devam etmesini sağlar. Volan böylece devirdeki, dolayısıyla diğer kullanıcılara sağlanan akımdaki ani düşüşü engeller. Ev ışıklarında arasıra görülen parlayıp sönmeklemleri de gösterdiği gibi, volanlar beklenmeyen talep artmalarına karşı sadece kısmi bir çözümdür.

Elektrokimyasal Depolama

Piller enerjiyi elektrokimyasal yollarla depolarlar. Bazıları örneğin araba aküleri yeniden doldurulabilir. Diğer pillerin kullanıldıktan sonra doldurulması o kadar basit değildir, bu nedenle el lambasında kullanılanlar gibi kullanıp atılırlar. Hangi tip olursa olsun, bütün pillerin çalışması birçok kimyasal reaksiyonda elektronların bir atomdan bir diğerine aktarılmasına dayanır. Elektrik yükü taşıyan bir atom ya da atomlar gurubuna iyon adı verilir. Burada, artı yüklü iyonlar pilin bir parçasında, eksi yüklü iyonlar bir diğer parçasında toplanacak şekilde yapılmışlardır. Bu toplanma noktalarına pilin terminaleri denir. Terminaller bir lamba üzerinden birbirine bağlandığında elektronlar eksi terminalden artı terminale akarken lambayı yakarlar. Pilin içindeki kimyasal maddelerin depolanmış elektrokimyasal enerjisi tamamen tükenene dek lamba yanmaya devam edecektir.

Eğer pilin üstünden ters yönde elektrik akımı geçirilirse, kimyasal enerji eski durumuna dönecektir. Bir araba aküsü şarj edildiğinde de olan budur. Bir doğrultucudan geçirilen akım aküde depolanır. Değişik tipteki piller, değişik kimyasal maddeler içerirler, ama ana yapı aynı-



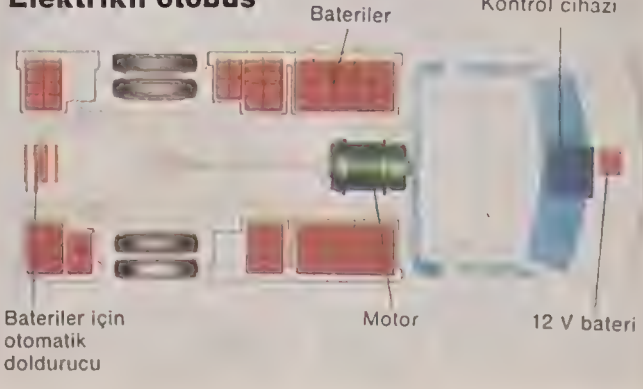
Polaroid kameralar içinde bir de pil bulunan özel bir film kullanılır. Bu piller ayrıca da sağlanabilir. Oyuncaklar, oyunlar ve yassı bir güç kaynağı gerektiren her alanda kullanılabilirler (solda).

Arabalar elektrikle çalışsaydı yollar daha sessiz olacak ve hava daha az kirlenecekti. Şimdiye kadar deney amacıyla pekçok elektrikli araba yapıldı, bu arabalarda kullanılan enerji kaynakları hâlâ çok ağır ve çok şarj edilmeleri gerektiğinden pratik kullanımı engellenmiştir. Fotoğraftaki otobüs şehir için hafif taşımacılık için kullanılmıştır. Şekilde aracı çalıştıran enerji kaynaklarının yer ve sayısı belirtilmiştir (altta).

Polapulse pili



Elektrikli otobüs



dır. Elektrot denilen iki toplanma noktası ve bunların arasında elektrolit tarafından sağlanan bir bağlantı. İyonların akışı elektrotlar ve elektrolit arasındaki reaksiyonlarca sağlanır. Araba aküsünde biri seri kurşun oksit elektrot ve elektrolit olarak ise sülfürik asit kullanılır. Araba aküsü bu yüzden çok ağır ve sızıntı yaparsa tehlikelidir. Buna karşılık defalarca ve kolaylıkla şarj edilebilir. El fenerlerinde kullanılan pillerde ise kömürden bir artı elektrot ve çinkodan bir eksi elektrot kullanılır. Elektrolit pasta halindedir; böylece akmaz. Piller çok hafif ve kullanışlıdır, ama tekrar doldurulamadıklarından kullanım masrafları yüksektir.

Elektrikli Arabalar

Gece boyunca şarj edilebilecek enerji kaynaklarıyla çalışan arabalar çok kullanışlı olurdu. Bu tip aküler asit-kurşun üpli olanlardan daha hafif olmak zorundadır. Aksi halde enerjinin büyük bir bölümü baterilerin kendilerini taşımaya harcanacaktır. Pek çok ilginç sistem denenmiş, ama hepsinin de yarırsız yönleri olduğu görülmüştür. Artan petrol fiyatları ve gelişen teknoloji bu fikri birgün daha çekici hale getirecektir. Şehir içi kullanım için yapılan küçük otobüsler bir ölçüde başarılı olmuştur. Avantajları çok sessiz olmaları ve egzoz gazı çıkartmalmalarıdır.

Transformatörlerin Çalışma Prensipleri

Değiştirmek istediğimiz akım primere, yani birinci makaraya girer. Bu makara da bir akım meydana getirir. Daha sonra bu akım ikinci makarada yani söğonderde de devam eder. Fakat burada endüksiyon elektromotor kuvveti meydana gelmiştir. Bu arada birinci makaraya akım girdiğinde de, bir endüksiyon elektromotor kuvveti doğmuştur. Yalnız her ikisi arasında bir fark vardır. Bunun nedeniyse, her iki makaranın da



Elektrikli arabalar, benzerlerine göre çok sessizdir. Üstelik eksoz gazı çıkarmazlar.

sarım sayılarının aynı olmamasıdır. Bu transformatörde primerin sargısı, söğondere oranla daha büyüktür. Dolayısıyla fark da buradan doğmuştur. Böylece gerilim de düşmüş olur. Biz de istediğimiz gerilimi elde etmiş oluruz.

Dalgalı Akımı Doğru Akıma Çevirme Metotları

Evlerimizde ve işyerlerimizde kullanılan şebeke akımı, alternatif, yani dalgalı akımdır. Fakat öyle araçlar vardır ki doğru akımla çalışırlar. Bu aygıtlar için mutlak doğru akım vermek gerekmektedir. Örneğin akümülatörlerin doldurulmasında, elektroliz olaylarında, bazı elektronik aletlerin çalıştırılmasında ve pil yerine şebeke akımının kullanılması gerektiğinde, hep doğru akım gerekmektedir. İşte bunun için çeşitli yollarla dalgalı akım, doğru akıma dönüştürülür. Şimdi bu doğru akıma çevirme metodlarını teker teker inceleyelim:

Bir Elektrik Motoru Ve Dinamo Aracılığıyla

Bu metot için bir elektrik motoru ve bir dinamo gerekmektedir. Önce elektrik motoru şebeke akımına bağlanır. Şebeke akımı elektrik motorunu çevirir. Bir başka deyişle elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirir. Daha sonra bu elektrik motoru daimi doğru akım üreticisine, yani bir dinamoya bağlanır. Bu dinamoda da doğru elektrik akımı elde edilir. Yani ikinci işlemde, mekanik enerji, yeniden elektrik enerjisine çevrilmiş olur. Fakat bu metot fazla masraflı olduğundan pek kullanılmamaktadır.

Rödesörler

Dalgalı akım bazı özel aygıtlarla da doğru akıma çevrilir. Bu aygıtlara genel olarak rödesörler denir. Yaygın olarak bakır ve bakır oksitli rödesörler kullanılmaktadır. Bu tür rödesörlerin ilkesi, genellikle bir yüzü oksitlenmiş bir bakır levhadır. Bu levha-

nin her iki yanına alternatif akım uygulayalım. Önce levhanın bakırly yönüne gelen elektronların kolayca diğer yana ulaştığını görürüz. Yalnız diğer taraftan gelen elektronların oksitli taraftan geçmekte zorluk çektiğini görürüz. Böylece her iki yönde olan akımların şiddetleri arasında fark olmaktadır. Onun için akımın periyodu da değişir. Yani elektrik akımı tek yönde gelişir. Bunun sonucunda da dalgali akımı, doğru akıma çevirmiş oluruz. Genellikle dalgali akımı doğru akıma çevirmek için, bu tür röresörler kullanılır. Yaygın olarak kullanılmasıındaki amaç çok pratik oluşlarıdır.

Elektrolit Aracılığıyla Dalgali Akımı Doğru Akıma Çevirme

Bu metodu bir deneyle açıklamaya çalışalım: Bir kap alalım ve bu kabın içine suda eritilmiş amonyum fosfat koyalım. Daha sonra bu eriyik içine biri kurşun diğeri alüminyum iki çubuk sokalım. Bu çubukları bir iletkenle birleştirelim. Bu devreye bir ampermetre ile bir doğru akım üretici bağlayalım. Devreden akım geçmeye başlasın. Önce alüminyum çubuğu anot olarak kabul edelim. Bu durumda çubuğun üzeri oksitlenir. Bu oksitlenme olayından sonra ampermetre ibresinin oynadığını görürüz. Yani devre kesilmiş ve akım geçmez olmuştur.

Şimdi bir de alüminyum çubuğu katot olarak düşünelim. Bu kez oksitlenme bozulacaktır. Yani devreden akım geçecektir. Demek ki bu devrede iki yönlü akımın biri geçtiği halde, diğeri yol alamamaktadır. İşte böyle bir devreye doğru akım üreticilerine bir dalgali akım üretici bağladığımızda yukarıda anlattığımız olayların sonucunda doğru akıma dönüştürmüş oluruz.

Termoiyonik Sistem

Yapılan deneyler sonucu, bir elektrik devresine bağlı akkor hale getirilmiş cisimler, devre

kapalı olsa bile akım geçirirler. Bu termoiyonik olayın bir tanımıdır. Şimdi bu tanımı bir deneyle açıklığa kavuşturalım. İki platin çubuk alalım ve bu çubukları birer yalıtkan platform üzerine dikey olarak yerleştirelim. Fakat bu iki çubuk arasında en az iki santim uzaklık bulunsun. Devreye bir galvanometre ile bir doğru akım üretici bağlayalım. İki platin çubuğun birbirinden ayrı kalması sonucu, devreden akım geçmez, böylece de galvanometrenin ibresinde herhangi bir hareket görülmez.

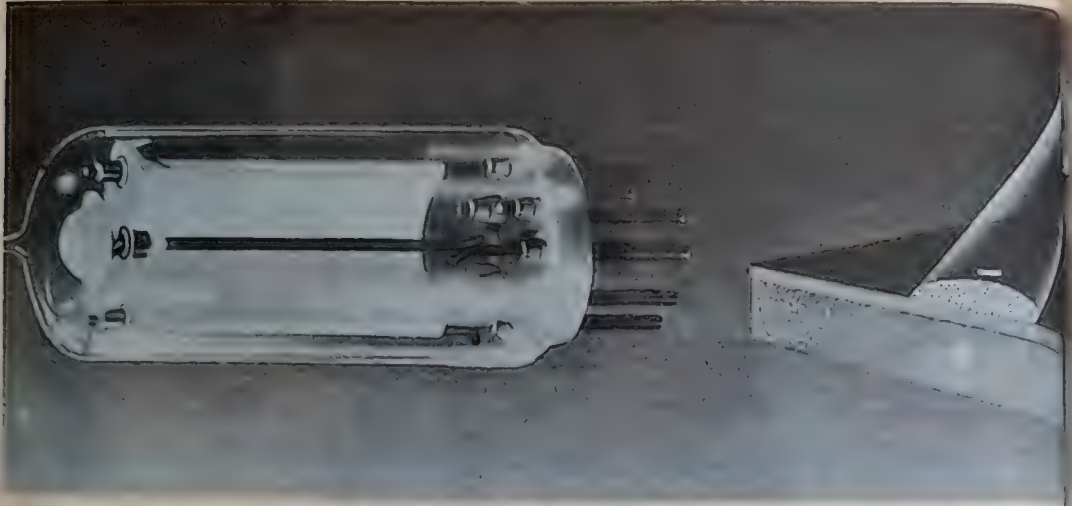
Bu iki platin çubuktan negatif kutba bağlı olanı bir ispirto ocakıyla ısıtalım. Bu ısıtma işlemini, platin levha kıpırmızı akkor hale gelecek kadar devam etsin. Bir süre sonra galvanometre ibresinin oynadığını ve devreden akım geçtiğini görürüz. Elektronlar akkor hale gelen lambanın meydana getirdiği elektriksel alan aracılığıyla; diğer kutba atlamış yapmışlar ve devreyi tamamlamışlardır. İşte bu olaya Termoiyonik Olay denir.

Diodyo lamba

Bir elektronik doğrultucu adı da verilen bu lamba, aynı bir ampul gibidir. İçinde hava yoktur. Normal bir ampul flamanının karşısına koyacağımız ve karşı kutbu oluşturacak başka bir iletken levhadan ibarettir. Lambaya normal bir doğru akım uygulayalım. Lambanın flamanı ısıtılıp akkor hale getirildiğinde boşluğa elektron yaymaya başlar. Buna karşılık diğer kutupta da karşı bir gerilim doğmakta ve elektronları kendine doğru çekmektedir. Bu ampulün bağlı olduğu devredeki akımı ölçtüğümüzde çok az bir akım meydana geldiğini görürüz. Ampulün kutuplarını ters yönde fonksiyonel alana soktuğumuzda elektronların karşı kutba doğru itildiğini görürüz.

Şimdi bu yapmış olduğumuz





sisteme alternatif akım uyguladığımızda, bir yönde ilerleyen akımın geçtiğini, diğer yönde ilerleyen akımın yoluna devam etmediğini görürüz. Yani alternatif akım yarım periyotlar halinde ilerlemekte ve doğru akıma dönüşmektedir. Bu lambaya diyot lamba adı verilir. Çok iyi bir doğru akıma dönüştürücü olduğundan elektronik sanayiinde bir hayli kullanılmaktadır.

Gazlar İçinde Elektrik Akımının İlerlemesi

İki iletken levha alalım. Bu iki iletken levhayı bir devreye bağlayalım ve bir elektrik akımı uygulayalım. Gerilimi de belli bir oranda yükseltelim. Bir süre sonra bu iletken levhalar arasında bir şerare meydana gelir. Bir patlama şeklinde gelişen bu şerare, elektronlar arasındaki mesafeye, bu elektrotların boyutlarına, elektrotların etrafını çevreleyen gazın basıncına bağlıdır. Bu sistemden yararlanarak floresan, neon ve buna benzer birçok elektrik lambası geliştirilmiştir,

Katot Işınları

Basıncı bir hayli azaltılmış bir tüp alalım. Böyle bir ortamda elektrik açısından yüksüz bulunan atomlar çok geniş bir alana, seyrek aralırla dağılmışlardır.

Dolayısıyla bu atomların birbirleriyle olan teması yok denecek kadar azdır. Bu arada katot ise sürekli elektron fırlatmaktadır. Bu elektronlar dolaşım sırasında bir iz bırakırlar. Yani yörüngelerin şeklinde ışın yayarlar. İşte bu ışınlara katot ışınları denir. Bu ışınlar gözle pek fark edilmez. Fakat katot kutbu üzerinde yeşilimsi bir renk alırlar. Katot ışınlarının etkisi altında kalan platin bir levha bir süre sonra kızarır. Yani akkor hale gelir. Ayrıca elektriksel bir alana girdiklerinde yol değiştirirler. Yayıldıkları cisimlere göre renk alırlar. Örneğin camda yeşil, elmasta kırmızı gibi. Ayrıca yakınında bulunan bir mıknatısın etkisiyle de yön değiştirirler..

Kanal Işınları

Basıncı bir hayli düşürülmüş bir tübün katotunun yaydığı elektronların, katot ışınları adı altında birtakım ışınlar yaydığını biliyoruz. Bu arada pozitif kutup, yani anotun, bu gaz içine yaydığı elektriksel yük açısından nötr olan bazı atomların da bulunduğunu daha önce görmüştük. İşte bu elektronlarla nötr atomların bir kısmı çarpışırlar. Bu çarpışma sonucu nötr atomların bir kısmı pozitif elektrik yüklü iyonlara dönüşürler.

Bu arada pozitif elektrik

yüklü iyonlar katota doğru yol alırlar. Katota varan pozitif iyonlar, bu kutup tarafından engellenir. Fakat bazıları engellenemez. Katot içinde kendilerine bir yol bularak ilerlerler. Bu ilerledikleri yola kanal adı verilir. Bu kanallardan ilerleyişleri sırasında da yol boyunca bir ışın yayarlar. İşte bu ışınlara Kanal Işınları ya da fizikteki adıyla pozitif ışınlar denir.

Kanal ışınları fotoğraf kâğıdı ve filmin emisyonlarını etkilerler. Elektriksel ve manyetik herhangi bir alanda yön değiştirirler. Elektriksel yükleriye pozitifdir.

Röntgen Işınları

Herhangi bir cisme çarpıp yön değiştiren katot ışınları değişik özellikler taşır. İşte bu ışınlara röntgen ışınları denir. İlk kez Alman fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen tarafından bulunduğu onun adıyla anılmaktadır. Röntgen ışınları ya da genel kullanım adı olan X ışınlarının bu değişik özellikleri sayesinde tıp alanında büyük gelişmeler kaydedilmiştir.

Röntgen Işınlarının Elde Edilmesi

Röntgen ışınları iki ayrı tür katotlu tüplerle elde edilmektedir. Bu tüplerden birinin katodu

akkor, diğeri ise akkor değildir.

Bir t p alalım. Bu tüpün katodu küre şeklinde ve akkor hale gelmeyen cisimden yapılmış olsun. Bunun karşısında da platin bir levha yerle tirelim. Katotun yaymı  olduğu ışınların bu levhaya ulaşma açısı, en az 45 derece olsun. ışınlar bu platin levhaya çarpınca röntgen ışınlarına d n  r. Yani değişik özellikte bir ı ın olurlar. İkinci metot ise gene aynı t b n içine katot olarak bir fitil konur. Bu flamanın özelliği belli bir ı ıdan sonra akkor hale gelebilmesidir. Bir başka deyişle bu flamanın çevresini silindirik biçimindeki bir katotla çevrelemek gerekir. Flamanın akkor hale gelmesiyle gazın içine saldığı ışınlar karşısında bulunan levhaya doğru yol alır. Bu levhaya çarpıp yansıyan ışınlar, değişik özellik taşırlar. Yani röntgen ışınlarına d n  r.

Röntgen ışınları, doğal ışık gibi aynı doğrultuda ve normal ışık hızıyla aynı biçimde yayılırlar. Fotoğraf kağıdının ve filmin emisyonunu etkilerler. Biyolojik olarak insan vücudunu etkilerler. Çeşitli cisimlerin bünyesinden geçebilirler.

Röntgen ışınları, yoğunluğu fazla yani atom ağırlıkları yüksek cisimlerden pek kolay geçemezler. Fakat yoğunluğu az yani atom ağırlıkları d  k olan

cisimlerden kolaylıkla geçerler. Örneğin kemiklerden geçemeyecekleri gibi kaslardan ve bazı organlardan kolaylıkla geçebilirler. ı te bu özellikleri tıp alanında çok kullanılmaktadır. Röntgen dediğimiz sistem bu ışınların bu özelliklerinden yararlanılarak yapılmıştır.

Elektirik T tre imleri

Bir dalgalı akım üretecinin döner kısmındaki sargı sayısını ve dönme hızını arttırarak yüksek t tre imli dalgalı akımlar elde edilebileceğini daha önce görmüştük. Yalnız bazı nedenlerden ötürü bir alternatif akım üretecinin elde edilen dalgalı akımın frekansı hiçbir zaman 150.000 Hertz'den fazla olamaz. Yüksek frekanslı dalgalı akım elde etmek için özel bazı devreler gerekmektedir.

Bir kondansatörün bağlı olduğu bu devreler, T tre im D vreleri adını almaktadır. Örneğin  arjlı bir kondansatörün armat rlarına yüksek rezistanslı bir devre bağladığımızda periyodik olmayan bir boşalma olduğunu görürüz. Çünkü negatif elektrik yüklü levhadaki elektronlar, pozitif elektrik yüklü levhaya doğru gider. Bu arada her iki levha da elektrik yükü bakımından eşit duruma gelince kondansatör deşarj olmuş demektir.

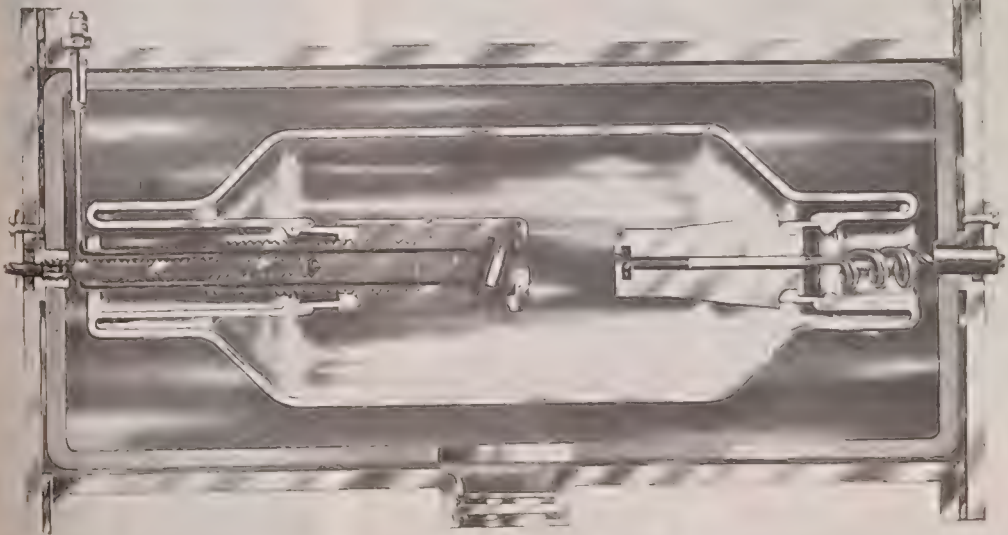
Elektrik akımı da kesilmiştir. Bu durumda boşalma hiçbir t tre im göstermeden gerçekleşmiştir. Yani belli bir periyoda uymamaktadır.

Bunun tersini de inceleyebiliriz. Gene aynı kondansatörün devresine bu kez daha d  k rezistanslı bir devre bağlayalım. Gene devreyi kapattığımızda akım geçmeye ba layacak ve negatif levhadaki elektronlar pozitif levhaya doğru yol alacaklardır. Negatif ve pozitif levhalar elektron sayısı bakımından eşit duruma gelmesine rağmen akım devam etmektedir. Akım kesildiğindeyse pozitif levhanın elektron sayısı bakımından negatif levhadan daha üstün olduğu görülür. Çünkü bu yol alma sırasında elektronlar hareket enerjilerinden pek bir şey kaybetmezler. ı ılarını korurlar ve belli bir süre bu enerjiyi harcama yetisine sahiptirler. Fakat bu kez kondansatörün boşalması belli bir periyoda göre olmuştur. Yani bu t tre imli bo almadır.

Frekansın Periyodu

Bir frekansın periyodunu hesaplamak için şöyle bir formülden yararlanılır:

$$\text{Periyod} = 2 \pi \times \sqrt{\text{özindüksiyon katsayısı} \times \text{Kondansatörün sığası}}$$



Röntgen ışınları, katodlu tüplerden elde edilmektedir ( stte).

Şimdi bu formülü bir örnekle açıklığa kavuşturalım. Örneğin basit rakamlar kullanarak vermekte yarar vardır. Kondansatörün şırası 5 Farad, özindüksiyon katsayısı da 10 olsun. B ufrekanın periyodu ne kadardır?

$$\begin{aligned} \text{Peryod} &= 2 \times 11 \times \sqrt{\text{Özindüksiyon}} \\ &\text{katsayısı} \times \text{Kondansatörün şırası} \\ \text{Peryod} &= 2 \times 3,14 \times \sqrt{10 \times 5} \\ \text{Peryod} &= 6,28 \times \sqrt{50} \\ \text{Peryod} &= 6,28 \times 7 \\ \text{Peryod} &= 43,96 \end{aligned}$$

Telsiz Telgraf Sistemi:

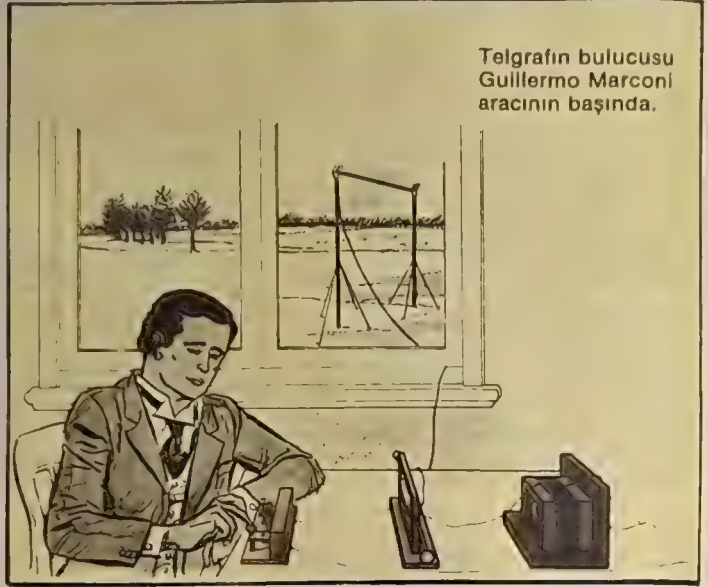
Telsiz telgraf iki ana sistemden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi açık bir titreşim sistemi, diğeri de tam tersi kapalı bir titreşim sisteminden büyük frekanslı titreşimler elde edilir. Açık titreşim devresiyle diğeri sistemle rezonans durumdadır.

kapalı titreşim sistemine yüksek alternatif akım uygulanır. Transformator ve bir makara aracılığıyla elde edilen bu dalgali akım devrede aralıklı titreşimler yapar. Kapalı titreşim sistemiyle rezonans durumunda bulunan açık titreşim devresini etkiler ve aynı titreşimler orada da doğar. Açık titreşim devresi bir tür anten görevi yapmaktadır. Telsiz vericisinin yakınında meydana gelen bu elektromanyetik dalgalar belli mesafelerden de alınabilirler. Bu elektromanyetik dalgalar ışık hızına eşit bir hızla yol almaktadır.

Bu elektromanyetik dalgalar birbirine dik iki titreşim alanı şeklinde yol alırlar. Bunlardan birincisi mekanik, diğeri de elektriksel dalgalar. Elektromanyetik dalgalar belli yalıtkan maddelerin içinde de, belli bir hızla yol alırlar ve bir kırılmaya uğrarlar. Bu dalgalar önlerine çıkan madeni ve parlak cisimler üzerinde bir yansıma yaparlar. Çeşitli tip elektromanyetik dalgalar vardır

Triyot Lambalar

Triyot lambaların diyet lambalarından farklı özellikleri vardır. Birincisi ampulün içinde üçüncü



Telgrafın bulucusu
Guglielmo Marconi
aracının başında.

bir kısım daha vardır. Flamanla anot kutbu arasına bir kafes konmuştur. Bu kafesin özelliği anot ve flaman arasında yol alan elektronların miktarını kontrol altına almaktır. Şimdi triot lambanın bölümlerini ayrı ayrı inceleyelim: İlk bölüm anot'tur. Anota pozitif elektrik verilmektedir. Genellikle nikelden yapılan bu anot, iki paralel çubuk şeklindedir. İkinci parça ise flaman'dır. Okside olmuş tungsten telinden yapılan bu flaman, elektron yayan bölümdür. Üçüncü bölümse, kafes adını verdiğimiz kısımdır. Düz bir kafes şeklindedir. Elektronların geçişini düzenleyen bir bölümdür.

Triyot Lambanın Çalışma İlkesi

Flaman devresinin elektron salması için kıpırmızı kesilene kadar ısınması gerekmektedir. Flamanı oluşturan devrenin elemanları bir üreteç, rezistans ve bir ampermetredir. Anot devresiyse ayrı bir üreteçle beslenmektedir. Bu parçanın özelliği ise flaman arasına yerleştirilmiştir. Bu devreye de bir ampermetre bağlanmalıdır. Flamana verilen gerilim sayesinde tungsten tel kızarır. Akkor hale gelince saldığı elektron miktarı da artmış

olur. Anoda daha fazla elektron akımı olması sonucu, anottaki elektrik akımı da büyür.

Bu arada anot elektron yönünden flamana oranla daha zengin bir duruma geçmiştir. Öte yandan kafes sistemine de git-tikçe artan bir gerilim uygulanmaya başlar. Kafes pozitif elektrik yüklüdür. Bu açıdan anoda giden elektron akımını kolaylaştırır. Fakat kafesteki gerilimin artması sonucu anota giden elektronların sayısal değeri de bir düşüş olur. Belli bir süre sonra anoda hiç elektron gitmez olur. Bu sistemden amaç ise şudur: Flaman ve anoda uygulanan gerilim sabit bir oranda tutulur. Kafes aracılığıyla da bu elektron akımı kontrol altına alınır.

Triyot lambalar elektronik alanında geniş olarak kullanılmaktadır. İlk olarak telsiz telgrafta kullanılan triyot lambalar, daha sonra radyo ve telsiz telefon sistemlerinde de yaygın biçimde kullanılmıştır. Günümüzde hâlâ bazı lambalı elektronik araçlarda geniş biçimde yararlanılmaktadır. Diyet lambalara oranla daha çok tercih edilmektedir.



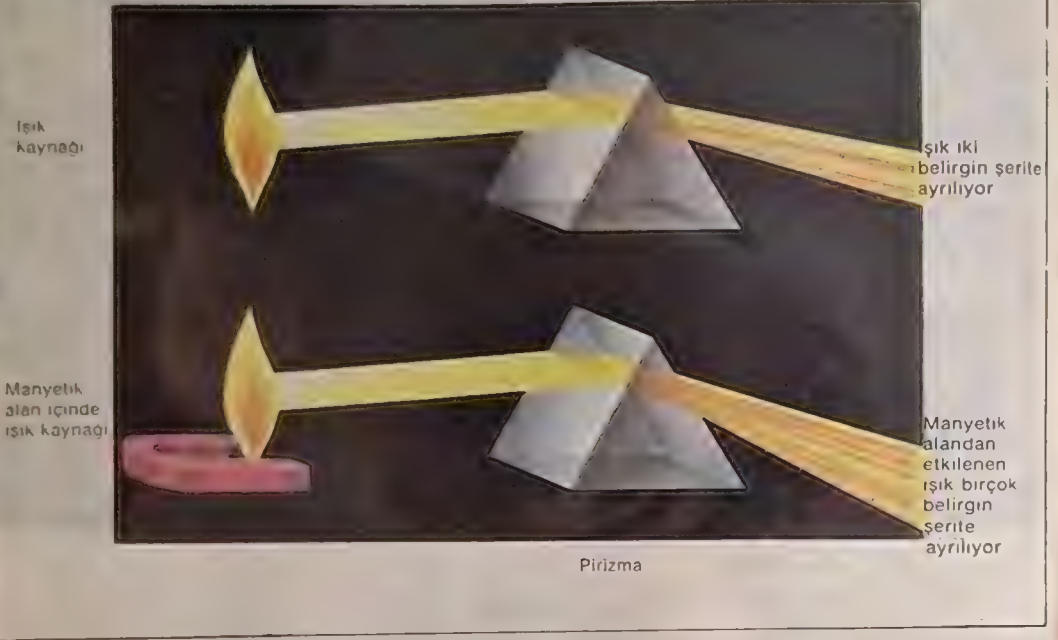
Kuyruklu yıldızların kuyrukları, güneş rüzgârlarıyla sallanabilecek kadar narındır 1974 Ocağında dünyadan fotoğrafı çekilen **Kohoutek** kuyruklu yıldızının kuyruğunda güneş rüzgârının ani değişimine bağlanan bir eğilme görülmektedir (altta)

Güneşin hâlesindeki bu büyük kabarma Skylab'ın morötesi kameraları tarafından saptanmıştır. Işık, güneşin yüzeyinde manyetik alan çizgileri boyunca akan çok sıcak helyum gazından kaynaklanmaktadır (altta)

Jüpiter'in manyetik alanının etkileri uzayda büyük mesafelere kadar kendini belli etmekte ve güneş rüzgârını saptırmaktadır. Şekilde dönme eksenini (1), manyetik eksen (2), ve Pioneer 10 uzay aracının yolu (3) gösterilmiştir (üstte)



Işığın ayrışması



Uzaydaki Alanlar

Akım mı, dönme mi?

HEPİMİZİN bildiği gibi, dünyanın bir manyetik alanı vardır. Hâlesinin şeklinden de tahmin edildiği gibi, güneşin de bir manyetik alanı mevcuttur. Kırk yıl öncesine kadar sadece birkaç yıldızın manyetik alanını araştırmak mümkündü ve bunlar da oldukça güçlü alan belirtileri gösteriyordu. Önde gelen fizikçilerden Profesör P.M.S. Blackett bütün dönen cisimlerin, dönüşleri nedeniyle birer manyetik alan oluşturduklarını öne sürdü. Yıldız ne kadar büyük olursa ve ne kadar hızlı dönerse, alan o kadar güçlü olmalıydı. Varsayımını kanıtlamaktan çok daha küçük cisimlerle laboratuvarında oluşturulacak manyetik alanları algılamak için son derece hassas manyetometreler kullandı, fakat manye-

to-metreler hiçbir şey algılayamadılar

Günümüzde pek çok yıldızın manyetik alanı ölçüldü; pek çoğunun da, yıldızı çevreleyen manyetik küreden kaynaklandığına inanılan radyo dalgaları yayınladığı bulundu. Birkaç yüz derece santigradın üstündeki sıcaklıklarda bütün cisimlerin, kalıcı mıknatıslıklarını kaybettikleri de göz önüne alınarak, manyetik alanları dönmeyle açıklamaya şikrinden vazgeçildi. Elimizdeki bilgiler manyetik alanların yıldızların içindeki elektrik akımlarınca yaratıldığını gösteriyor.

Akımın çeşitleri

1. Güçlü bir elektrik alanınca zorlanan elektronlar havada yol alırlar. Çarpışmalar sonucu daha çok elektron serbest kalarak bir akımın taşınabilmesi ve kıvılcım oluşumu sağlanır.

2. Metal atomları elektronlarını serbest bırakır ve böylece akım elektronlar tarafından taşınır.

Manyetik alanlar bir ışık kaynağından yayılan ışığın dalga boyu düzenini değiştirir. Yıldızların manyetik alanları bu etkileri sayesinde ölçülebilmektedir (üstte)

3. Yüksek sıcaklıktaki gazlarda çarpışmalar nedeniyle elektronlar serbest kalır. Bu durumdaki gazlara plazma denir.

4. Pillerdeki gibi, elektronlar ve iyonlar ters yönlerde hareket ederek akımı ortaklaşa taşırlar.

Dünyanın manyetik alanı 2 durumdakine benzer bir süreç sonucu oluşmuştur. Çekirdeğin civarındaki kayalar yüksek basıncın etkisi ile metal benzeri bir hal almışlardır. Güneşin manyetik alanı kesinlikle 3. süreçten, içindeki ve atmosferindeki plazmanın doğurduğu akımlardan kaynaklanmaktadır. Şüphesiz, başka pek çok yıldızda da aynı süreç söz konusudur. "Beyaz Cüce" denilen, çok yoğun "çökmüş" yıldızların kütleleri güneşin kütlesi civarındadır, fakat çapları ancak dünyamızı

Plastik torba yapımı



kadardır (Güneşten 100 defa daha küçük.) Bunların manyetik alanlarını açıklamak çok daha güçtür. Maddenin kaya ile benzer

liliği kalmamıştır ve orijinal yıldızdan bir milyon kere daha yoğundur. Manyetik alanları da aynı oranda kuvvetlenmiştir.

Diğer doğal kaynaklar

Doğada da diğer iki yolla da akımlar oluşuyor mu? Venüs'te 1. süreç örnekleniyor. Dünyadaki- lere benzer Venüs fırtınaları ve kuvvetli şimşekler yörüngedeki uydular tarafından tespit edildi.

Hayvan ve bitki hücrelerinde ve insan yapısı pillerde oluşan tipte elektrik reaksiyonları bir ihtimalle dünyamıza özgü olabilir.

Geri Dönüşümlü Elektrik

Verimlilik

Hiç bir hareketli parçayı fark edemeyeceğiniz kadar uzaktan pompalayarak depolama sistemine baktığı-

Termik çiftleri ısı farklarını ölçerler ve tekrar ulaşılamayacak yerlere yerleştirilebilirler. Püskürtme döküm makinesindeki plastiğini soğumasını ölçebilmek için ise bu şarttır (üstte).

Skylab'ın güneş panelleri laboratuvarın elektrikli araçlarını çalıştırmak için gerekli elektrik enerjisini sağladılar. Kalkış sırasında panellerden biri zarar gördüğü için simetri bozulmuştur. (solda).



nızı düşünün.

Bazensu akıntılarak elektrik üretilir, bazen de elektrik harcanarak su pompalanır. Çok dikkatli bir gözlemci akıtılan suyun hiçbir zaman aynı miktarda suyu pompalamak için gerekli elektriği üretemeyeceğini görecektir. Üretilen elektriğin kullanılan elektrige oranına verimlilik denir. Madde- nin, hatta atomların içinde bunun gibi birçok yaklaşık geri dönüşümlü süreç oluşur. Ne olduğunu doğrudan göremesek bile fizikçiler bu süreçleri açıklayabilirler.

Termik çift

Bir termik çiftin iki ucu ayrı sıcaklıklarda ise, üzerinde akım oluşur. Bu sistemi tersine işletmek için ters yönde bir akım geçirdiğimizi düşünelim. Beklendiği gibi, uçlardan biri ısınacaktır, fakat diğer uç, akım tarafından soğutulacaktır. Bu olay bilimsel bir gerçek olmakla kalmamış, elektronik devrelerde küçük parçaların soğutulması için kullanılmıştır. Kusursuza çok yakın, hiç bir hareketli parçası olmayan bir soğutucu.

Güneş hücreleri

Pompalayarak depolama sistemi mekanik ve elektrik enerjilerinin birbirine dönüşümünün bir örneğidir. Bu dönüşümün atom düzeyinde de örnekleri vardır. Bir kristalin içindeki atomlar komşu atomlarla aralarındaki elektrik güçlerini dengeleyecek şekilde yerleşmişlerdir. Eğer bir kristalin doğal şekli zorlanarak değiştirilirse, elektrik güçlerinin dengesi bozulur ve kristal üzerinde elektrik gerilimi oluşur. Kuartz, bu amaç için uygun bir maddedir. Piezo-elektrik etki olarak adlan-

dırılan bu etkiden pikap iğnelerinde faldalanılmıştır.

Plak üzerindeki ızlar üstünden geçen kristalin titreşmesini sağlarlar. İğnede oluşan elektrik gerilimi kuvvetlendirilip sese dönüştürülür.

Bu etkinin tersi ise, değişen bir akımın, geriliminin artı ya da

eksi olmasına göre kristali geliştirip daraltmasıdır. Kuratzlı saatlerde titreşimlerinden sağlanan akımla göstergeyi işleten motoru kontrol eden bir kristal vardır. Fakat kristalin titreşimlerinin sönmesini engellemek için güçlendirilmiş sinyalin kristale geri beslenmesi gerekmektedir



16 bin güneş hücresi tarafından çalıştırılan "Solar Challenger" 1981'de Manş Denizini geçti. Güneş enerjisinin kullanımı konusunda dramatik bir gösteri, ama bir ticari uçağın bu yöntemle uçuşması mümkün değil (sağda).



Bu termik santrale güneşli bir günde düşen güneş enerjisi bu santral tarafından üretilenden çok daha kuvvetli olur. Fakat güneş enerjisini ticari ürün yaratmada kullanmak halen çok pahalıya mal olur (solda).

Böylece kristalin mekanik enerjisi korunur. Bu iki yönlü enerji aktarımı kuartzlı saatin işlemesi için şarttır.

Saatlerde genellikle saniyede 32,768 kere titreşen kristaller kullanılır. Daha iyi saatlerde ise kristal 2,097,152 Hz'de titreşmektedir. Bu tip saatler daha hassastır. Eğer bu sayılar size tuhaf gelirse, sayıları ikiye bölmeye başlayın ve unutmayın ki saat da kollarını ya da rakkamlarını saniyede bir ilerletmek için aynı şeyi yapıyor.

Filtreler

Kristal ne kadar küçülürse, titreşme sıklığı o kadar artar. Kuartz kristaller radyolarda istenen bir frekansa hassasiyetle ulaşmak için kullanılabilir. Bu, öncülük yapmış olan "Kristal Set" adlı, radyodakinden değişik yönde bir kullanımdır. "Kristal Set" in kristali radyo dalgalarını süzmektedir. Süzme etkisi, kristalin tamamını titreştirmek

yerine, yüzeyi boyunca yayılan bir dalga yaratarak su altı telefon kablolarında da ses frekansları için kullanılmaktadır.

Gelecek

Elimizdekini kullanalım

ŞİMDİYE kadar elektriği kullanmanın o kadar çeşitli zekice, kullanışlı, verimli ya da eğlenceli yolları bulundu ki, gelecekteki ilerleme oldukça basit kalacak: Elimizdeki kullanım olanaklarını, dünya nüfusunun daha büyük bir kısmına sunmak. En ileri endüstri ülkelerinde bile pek çok kimse,

elektrikli cihazların bütün avantajlarından yararlanamıyor. Oysa hepimiz, daha iyi ve ucuz aydınlatmadan daha iyi ocaklardan, daha çok iş âletlerinden ve bunun gibi daha birçok şeylerden yararlanabiliydik.

Petrol rezervlerinin kısıtlı olmasına ve kömür madenciliğinin tehlikelerine karşı diğer kaynaklardan enerji elde etmenin "temelde" bir zorluğu yoktur. Tropik ülkeler, ellerindeki bol güneş enerjisinden, eğer yeterince yağış alıyorsa, bitki yetiştirip, bitkileri yakarak ya da mayalama yoluyla alkol elde ederek, su kısıtlıysa, foto-voltaik hücreler kullanarak yararlanabilirler. Orta kuşak ülkelerinde eğer yüksek dağlar ve yağışlar varsa Hidro-Elektrik güç de vardır. Düz ve yağışsız ülkeler rüzgârlı olabilir ve kıyı ülkeleri dalgalardan ya da gel-gitten enerji sağlayabilirler. Nükleer yakıtlar sonsuz sayılmazlar. Eğer bir gün teknolojik açıdan mümkün hâle gelirse, hidrojen reaktörleri, kolaylıkla sağlanan bir yakıt kullanılabilecekler.

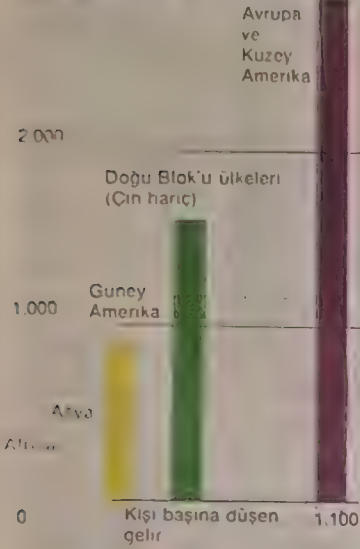
Üretilen enerjinin daha verimli kullanımı için önümüzde geniş olanaklar var. Ne yazık ki, hâlâ değerli kaynakları yakmaya devam eden güç istasyonları, enerjinin yarısını ısı şeklinde har-



Bitkiler güneş ışığından büyük bir verimle bitki dokusu üretirler. Bu enerjinin bir bölümü bitkileri mayalayıp alkolle dönüştürerek kullanılabilir hale getirebilir. Alkol benzin yerine kullanılabilir (sağda).

Kişi başına kullanılan enerji

3000 kg kömür



Kişi başına düşen enerji tüketimi yüksek olan ülkelerde, kişi başına ödenen vergi de yüksek. Acaba hangisi neden, hangisi sonuç (üstte)?

Güç aktarım kablolarındaki büyük enerji kaybı üstün iletken kablolar kullanılarak engellenebilir. Bu tip kablolar çok düşük sıcaklıklarda çalışırlar ve dirençleri yoktur. Ne yazık ki üretimleri ve soğutulmaları çok pahalıdır (sağda).

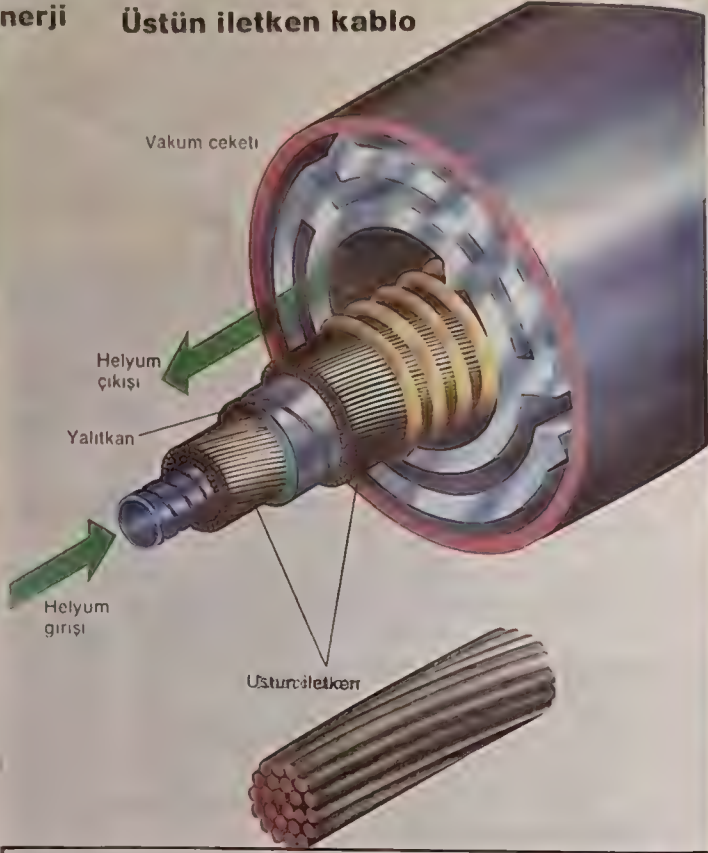
çıyorlar. Bir yan ürün olarak ortaya çıkması engellenemeyen ısı, civardaki ev ve fabrikalarda kullanılabilir. Bu çok ender rastlanan bir uygulama olmakla birlikte, Rotterdam gibi kentlerde çok başarılı olmuş, bütün avantajlarıyla kullanılmıştır.

Dağıtım

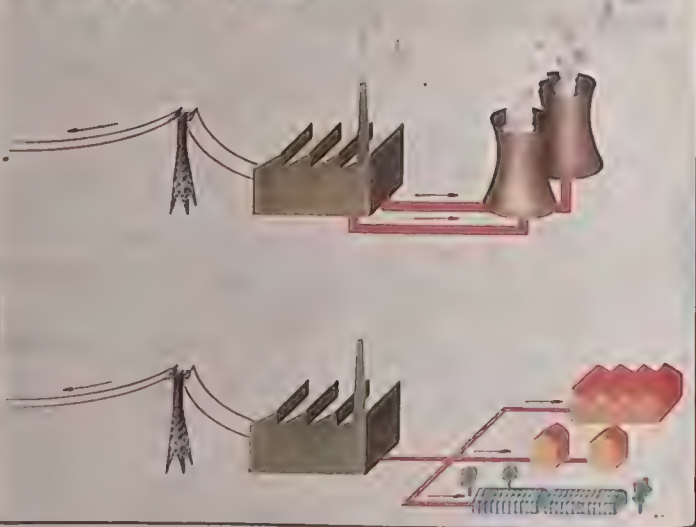
Enerji kaybının diğer bir kaynağı da dağıtım sürecidir. Yüz kilometrede yaklaşık % 3. Elli

Güç istasyonlarının enerji üretiminin yarısı buhar olarak israf olur. Eğer bu buhar civardaki binaları ısıtmada kullanılsaydı elektrik çok ucuzlardı (sağda).

Üstün iletken kablo



Artık ısıyı kullanma



güç istasyonu olan hayali ülkemizin 1000 km'lik bir alanı varsa ve güç istasyonları

düzenli dağılmışlarsa, iki siteden 140 km uzakta olacaklardır. Pratikte ise güç istasyonları

daima yoğun nüfuslu alanlardan uzakta kümelenmişlerdir. Şu anda kullanılan kablolarla bu kayıpları azaltmak çok güçtür. Kabloların yaklaşık mutlak sıfır sıcaklığına kadar (-273°C) soğutulmasıyla bu kayıplar önlenebilir. Mutlak sıfır sıcaklığında, direnç tamamen ortadan kalkmaktadır. Mühendislik açısından ortaya çıkan problemler o kadar karmaşıktır ki, "üstün iletken" kabloların kullanımı ancak kısa mesafede ve büyük yük taşıyan kablolar için ekonomik olmaktadır, bir ülke çapında ekonomik kullanımları olası değildir.

Manyetik depolama

Üstün iletkenlik oldukça değişik bir şekilde de kullanılabilir. Enerji verimi artırır, fakat şimdiye kadar sadece pompalanmış suyun ekonomik olduğunu gördük. Üstün iletken bobinler kullanarak teoride, büyük miktarlarda manyetik enerji depolamak mümkündür. Bunun için de, bobinleri birbirinden ayırmaya çalışan yüksek manyetik güçlere dayanabilmesi için bir yeraltı mağarasına betonlanmış dev bir mıknatıs gerekir. Bu oldukça hayali gelmekle birlikte enerji depolamanın giderek büyüyen bir problem haline geldiğini de göz ardı edemeyiz. Çünkü rüzgâr, dalgalar, güneş ışığı gibi yeni enerji kaynakları çok değişken-dir.

Yeni uygulamalar

Geleceğin gerçekten yararlı projeleri, büyük olasılıkla biyoloji ve elektrik bilgilerimizi birbirine bağlamakla ilgili olacak. İşte bu kitapta sözü edilen örneklerden birkaçı. Umarım, size daha başkalarını bulmak için gerekli yürekli ve bilgiyi vermişimdir.

1. Mayalama ya da doğrudan metotlarla biyolojik kaynaklardan elektrik elde edilmesi.

2. Elektriğin tıpta kullanımı.

3. Elektriğin bitki yetiştirilmede uyarıcı olarak kullanımı.

4. İnsan sinir sistemiyle doğrudan bağlantı kurulması

Nükleer Enerji

Atom nedir?

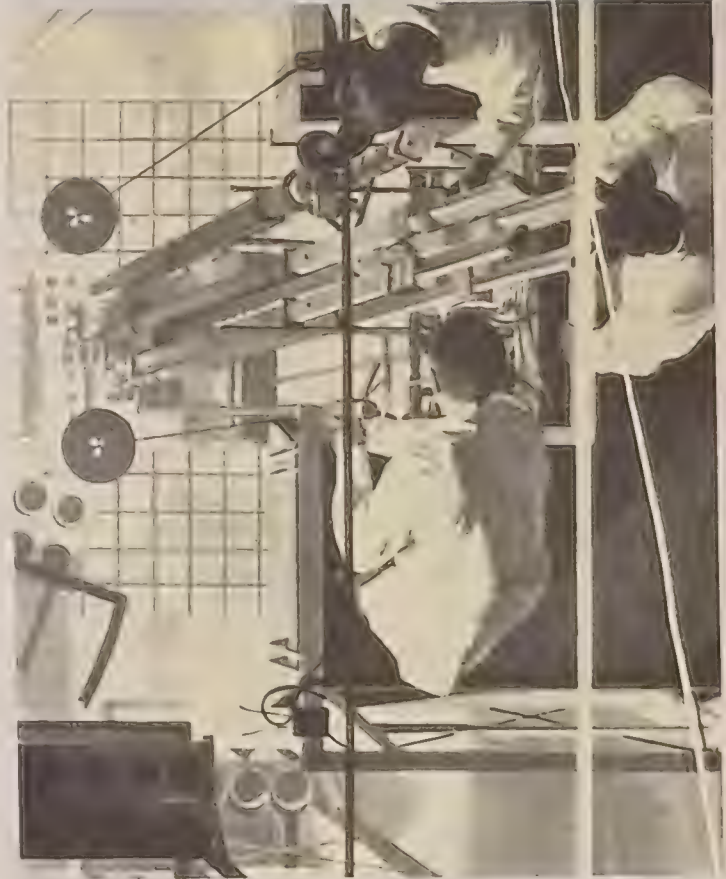
BİR cismin artık bölünmeyecek kadar küçük parçasına **atom** denir. Atomlar bölündükleri taktirde cisimler de özelliklerini yitirirler. Atomlar birleşir ve **molekülleri** meydana getirirler. Buradan da anlıyoruz ki basit cisimlerin yani elementlerin tersine, maddelerin bölünmeyecek kadar en küçük parçalarına da molekül adı verilir. Yani moleküller bölünür atomlar oluşur; Atomlar birleşir molekülleri meydana getirir.

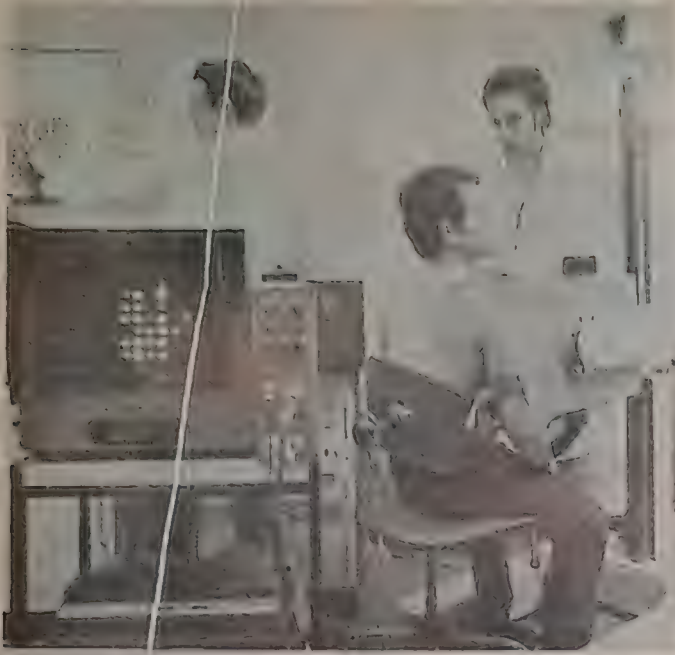
Atom konusundaki derinleşmesine araştırmalar 19. yüzyılda gelişmiştir. Danton, Lavoisier gibi ünlü bilginler yaptık-

ları araştırmalar ve incelemeler sonucu, basit cisimlerin bölünmeyecek en küçük parçalarının bulunduğunu, bu parçalar da bölündüğünde, cismin özelliğini yitirdiğini anlamışlardır. İşte bu bölünmeyecek kadar küçük olan parçaya da atom adını vermişlerdir. Onların geliştirdikleri bu prensipler zamanla doğruluğu kanıtlanmış ve birer fizik kanunu olarak bilimdeki yerini almıştır.

Zamanla bileşik cisimler üzerinde incelemeler ve araştırmalar yapılmış ve moleküllerin yapısı ortaya çıkmıştır. Bileşik cisimlerin bölünmeyecek kadar küçük olan parçalarına da

Nükleer bir araştırma merkezinden görünüm (altta)





Radyoaktivite, bugün birçok hastalığın tedavisinde kullanılıyor (solda).

molekül denmiştir. Moleküller değişik cisimlerin atomlarının birleşmesi sonucu meydana gelmektedir. Yani hidrojen ve oksijen atomları bir araya gelince su molekülünü oluşturmaktadır. İşte bu buluşların ışığında atom fiziği dediğimiz değişik bir bilim dalı oluşmuş ve günümüzde bir hayli kullanım alanı olan nükleer enerjinin gelişmesine yardımcı olmuştur.

Atomun yapısı

Atomların yapıları hakkında ilk araştırmayı İngiliz bilim insanı Ernest Rutherford yapmıştır. Yanı yüzlerinden birinde küçük bir delik bulunan bir kutu almıştır. Radyoaktif cisim adı verilen cisimlerden birini, radyonu alması ve bu kutunun içi ne koymuştur. Delğin önünü de bir cam parçasıyla kaplamıştır. İçindeki havayı boşalttıktan sonra, kutuyu karanlık bir odaya koymuştur. Karanlıkta bu delğin önüne tuttuğu bir fotoğraf kartının etkilendiğini görmüştür. Fotoğraf kâğıdının üzerinde dairesel bir leke görülmüştür. Daha sonra bu delikle

fotoğraf kâğıdının arasına milimetrenin yüzde biri kadar incelikte bir alüminyum levha koymuş ve aynı yerde gene dairesel lekenin yer aldığını görmüştür. Fakat etki gücünün azaldığını da fark etmiştir. Buradan anlaşılmaktadır ki, radyoaktif olayı madenler üzerinde daha az etkili olmaktadır. Bu radyoaktif cismin ilk etapta yaydığı ışınlara alfa ışınları adı verilmektedir. Şimdi radyoaktifite olayını inceleyelim.

Radyoaktivite nedir

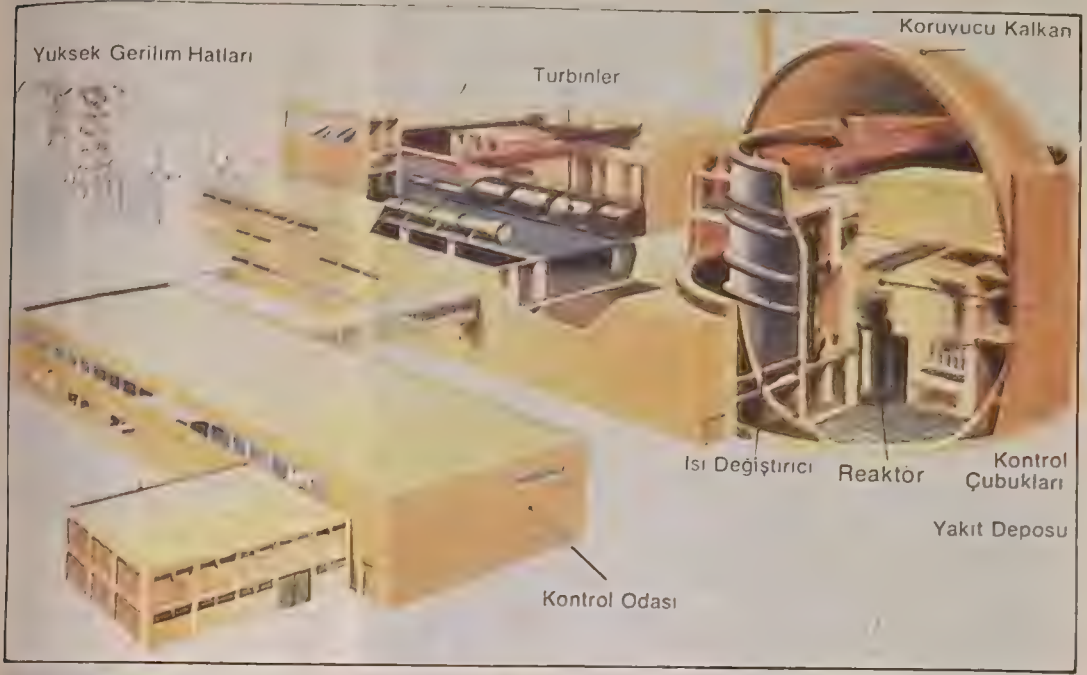
Basit cisimler arasında radyoaktif cisim adı verilen bazı maddeler bulunmaktadır. Bunların en önemli üç tanesi Uranyum, Aktinyum ve Toryumdur. Bu cisimler belli bir periyot içinde değişik özellikler gösteren ışınlar yayarlar. Bu ışınların varlığını ilk bulan Fransız fizikçi Henri Becquerel'dir. Becquerel Uranyumdan yayılan bazı ışınların fotoğraf kâğıdını etkilediğini görmüştür. Zamanla Becquerel'in bu buluşundan yola çıkan birçok bilim, başka birçok cismin de bu özelliklere

sahip olduğunu görmüşlerdir. Örneğin Toryum ve Aktinyum da bu ışınlardan yaymaktadır. 19. yüzyılın sonlarında Bay ve Bayan Curie uzun araştırmalar sonucunda diğer tüm cisimlerden daha çok ışın yayan bir başka elementi daha buldular ve bunun adına da Radyum dendi. Radyoaktivite üzerine çalışmalar yapan bilginler, zamanla 30'un üzerinde element buldular.

Radyoaktif ışınların çeşitleri:

Radyoaktif ışınlar üç çeşittir. Bunlardan ilk etapta yayılan ışına Alfa ışını denmektedir. Pozitif ışınlarla aynı özelliklere sahiptir. Sapmaları aynı yönde olduğundan, bu sonuç çıkarılmıştır. Bu ışınların meydana geldiği zerrecikler pozitif yüklüdür. Alfa zerrecikleri aynı zamanda helyum çekirdekleridir. Kütleleri hesapladığında bu sonuca varılmıştır. Hızı düşük olan alfa ışınları saniyede en az 15 bin kilometre yol alabilmektedir. Yol aldıkları gazların atomlarına çapıp onları iyonlaştırma özelliğine de sahiptirler. Alfa ışınlarının madenler içindeki ilerlemeleri biraz güçtür. Karanlık bir zeminde çinko sülfür bir levhaya çarptırılan alfa ışınları, büyüteçle bakıldığında fark edilebilir.

İkinci tür ışın da beta ışınlarıdır. Bunlar negatif ışınlarıdır. Sapma yönleri negatif ışınlarla aynıdır. Buradan anlaşıyor ki, bu ışınları meydana getiren zerrecikler de negatif yüklüdür. Beta ışınlarının hızları Alfa ışınlarına oranla daha fazladır. Saniyede en az 120 bin kilometre yol alabilirler. Beta ışınlarını meydana getiren zerrecikleri elektron olarak da niteleyebiliriz.



Kütleleri, alfa ışınlarını meydana getiren zerreciklerden daha az olmasına karşın, hızları yüksektir. Havada çok rahat ilerlerler. Madenlerde olan ilerlemeleri ise çok azdır.

Üçüncü tür ışınlar da gamma ışınlarıdır. Gamma ışınları alfa ve beta ışınlarına oranla gerek hız ve gerek ilerleme açısından çok yüksek değerdedir. Bu kurşun kütlesini 20 santimetreye kadar etkileyebilmektedir. Manyetik alanlarda sapma gösterilir. X ışınlarıyla hemen hemen aynı özellikleri taşırlar. Tek farkları dalga boylarının küçük oluşudur.

Radyoaktif cisimlerin yaydıkları bu ışınların ısı özellikleri vardır. Bir kabın içine konan bir radyoaktif cisim, belli bir süre sonra yaydığı ışınlar aracılığıyla bu kabın ısınmasına neden olur.

Radyoaktif cisimlerin parçalara ayrılması:

Daha önce gördüğümüz gibi bir Radium parçası, önce

alfa ışınları yaymaya başlar. Fakat belli bir süre sonra beta ve gamma ışınları da salmaya başlar. Yapılan araştırmalar sonucu Uranyum parçası, alfa ışınlarından sonra beta ve gamma ışınları yaymaya başlarken değişik bir hüviyete bürünür. Yani başka bir cisim halini alır. İşte bu ikinci cisim bir emansiyondur. Hangi elementse onun emansiyonu olur. Örneğin Radyom'sa Radium Emansiyonudur. Meydana gelen bu ikinci cisim hiçbir kimyasal özellik taşımaz. Bunu bir deneyle açıklığa kavuşturalım. Bir Radium tuzu alalım ve üzerinden bir hava akımı geçirtilim. Daha sonra soğutalım. Böylece erime derecesi 71 derece olan değişik bir gaz elde ederiz. Bunun bilimsel açıklaması ise şöyle yapılmaktadır: **Radium elementi parçalanır.** Parçalanma sonucunda bir alfa zerresi, yani bir helyum çekirdeği ve bir Radon iyonu ayrılır. Radon iki elektron verir. Helyum da iki elektron alır ve yukarıda belirttiğimiz olay meydana gelir.

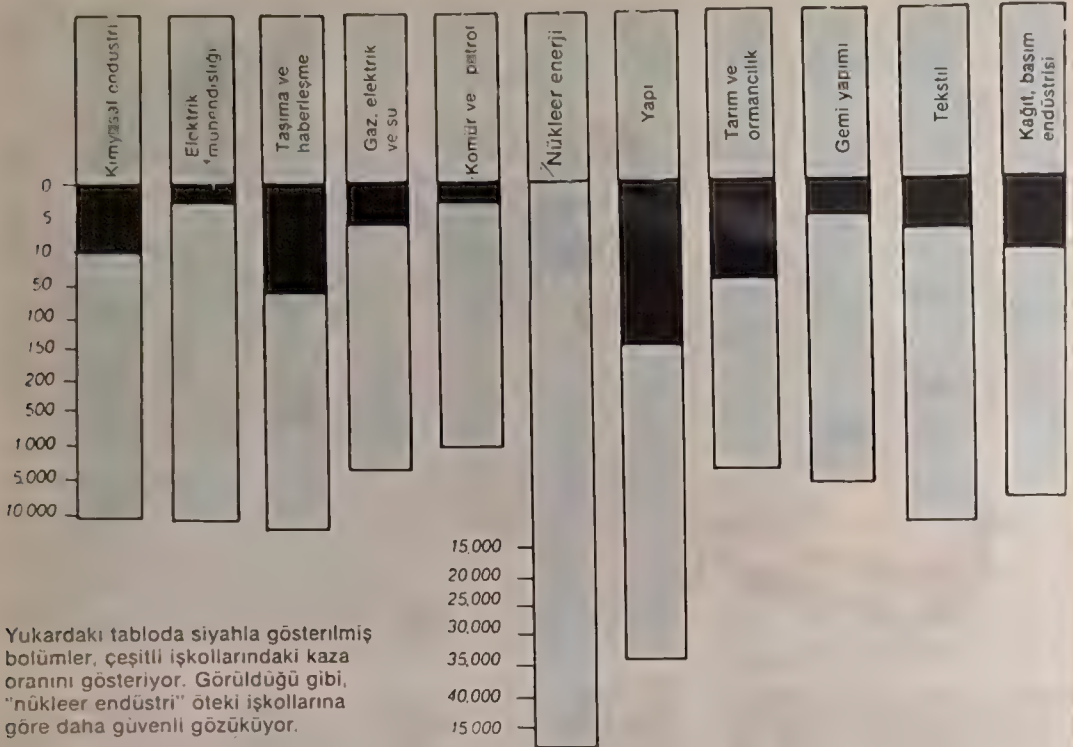
Radon da radyoaktif ışınlar

Günümüzün modern nükleer reaktörlerinden biri (yukarıda). Ana kontrol odası binanın tam ortasında. Türbinlerin bulunduğu bölüm ise elektrik üretiyor.

salan bir cisimdir. Yaklaşık bir yıldan fazla bir süre içinde değerinden yarısını yitirir. Zamanla tamamen kaybolur gider. Tüm radyoaktif değerini yitirme süresine o cismin radyoaktif ömrü adı verilir.

İzotop:

Uranyum, Aktinyum ve Toryum'un temel radyoaktif cisimler olduğunu ve diğer radyoaktif cisimlerin de bunlardan türetildiğini daha önce incelemiştik. Herbiri değişik cisimler meydana getirirler ve sonunda kurşun olurlar. Yani son oluşturdıkları cisim kurşundur. Bu cisimlerin meydana getirdikleri kurşunların hepsi aynıdır. Fakat atom ağırlıkları değişiktir. Yani kimyasal özellikleri aynı, atom ağırlıkları ise değişiktir. Bir de bunun tam tersi vardır. Yani atom ağırlıkları aynı olup kimyasal özellikleri farklı cisimler meydana gel-



mektedir. İşte bu cisimlere de izotop cisimler denir. Radyumun parçalanması sonucu meydana gelen cisim Radon'dur. Onun parçalanması sonucu da Radium A adlı bir cisim ortaya çıkar. Bu sırayla Radium B, Radium C gibi devam eder. İşte bu cisimlerden örnek verecek olursak Radium D ve Radium F izotop cisimlerdir. Atom ağırlıkları aynıdır, fakat kimyasal özellikleri farklıdır.

Atom modeli:

Radyoaktiviteden yola çıkılarak atomların yapısı daha geniş biçimde araştırılmış ve çeşitli atom modelleri yapılmıştır. İşte bu deneylerin bir numaralı ismi de **Rutherford**'dur. Ünlü bilgin çeşitli deneyler sonucunda bir atom modeli geliştirmiştir. Daha önce açıkladığımız ve kendi adıyla anılan deneyinde, bir alfa ışınının

havada daha kolay ilerlediğini, fakat alüminyum levhada ilerlemekte güçlük çektiğini görmüştük. Buradan şu sonuca varılmaktadır: Çeşitli cisimlerini atom yapıları farklıdır. Bazı cisimlerin atomları daha yoğun, bazılarının ise daha az yoğun. Daha doğrusu gazların sıvılara, sıvıların da katılara oranla yapıları daha yoğundur. Onun için radyoaktif ışınlar atom yapıları daha yoğun olan cisimlerden kolaylıkla ilerleyemezler.

Rutherford'un geliştirdiği atom modeline göre, atom merkezinde bir çekirdek bulunmaktadır. Bu çekirdeğin etrafında da daireden daha büyük çapta bir yörünge ve üzerinde dönen, kütlesi daha küçük parçacıklar bulunmaktadır. Çekirdek pozitif elektrik yüklüdür. Hemen hemen atomun bütün ağırlığını oluşturmaktadır. Etrafindan dönen küçük zerrecikler

de negatif elektrik yüklüdür. Bu yüzden adları da elektrondur. Elektronlardaki negatif elektrik yükü ile çekirdekteki pozitif elektrik yükü, miktar olarak birbirine eşittir.

Atom çekirdeği pozitif elektrik yüklü olduğu için, adına **proton** denir. Bünyesindeki pozitif elektrik yükünün miktarıyla, etrafından dönen elektronlardaki negatif elektrik yükünün miktarı eşittir. Yalnız kütlesi elektrona oranla çok büyüktür. Zamanla yapılmış araştırmaların sonucunda atomun çekirdeğinde başka zerreciklerin de bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bunlar manyetik alandan etki görmedikleri için elektrik yüküne sahip değildir. Bu nedenle bunlara da **nötr** adı verilmiştir. Çeşitli cisimlerin elektron, nötron ve proton sayıları şöyledir: Hidrojen: 1 proton, 1 elektron-Helyum: 2 proton, 2 nötron, 2 elektron

Kütle enerjisi:

Atomun temel özelliklerini yitirmesi için çekirdeğinin değişikliğe uğraması gerekmektedir. Yani çekirdekteki proton ve nötron sayılarında değişiklik olması gerekir. Zamanla bu gerçekleşmiş ve atomun çekirdeği parçalanmıştır. Bu konuda da en başarılı deneyleri gene İngiliz fizikçi Rutherford yapmıştır. Bir kutuya azot gazı ve radyum cismi koymuş, Radyumdan yayılan alfa ışınları azot atomunun çekirdeğine çarpınca, parçalanma meydana gelmiştir. Zamanla geliştirilen deneyler sonucu, alfa ışınlarıyla potasyuma kadar olan tüm elementlerin atomları parçalanmıştır. Kütleleri daha ağır atomların çekirdekleri alfa ışınlarıyla parçalanamamaktadır. Bu elementlerin atomlarının parçalanması için değişik yöntemler uygulanmaktadır. Bunun için en ideal yöntem nötronlardır. Nötronların elektrik yükü taşımadıkları için çekirdeğin içine girme olasılıkları fazladır. Atom çekirdeklerinin kütlelerinin bir enerjiye sahip olduğunu, ünlü Avusturyalı bilgin Einstein ortaya atmıştır. Bunun da bir formülle özetlemiştir. Einstein'ın kütle ve enerji arasındaki bağlantıyı açıklayan formülü şöyledir:

Enerji = Atomun kütlesi x Işık hızının karesi

Atom çekirdeğinin parçalanması:

Atom çekirdeğinin şeklini değiştirme veya parçalama yolunda yapılan deneylerin hiçbirinden yararlı bir sonuç elde edilememiştir. Çekirdeğe ya bir proton eklenmiş, ya da bir nötron çıkarılmıştır. Fakat bu parçalanmanın sonucu bile zor fark edilmiştir. Parçalanma sonucu meydana gelen enerjiden hiçbir yarar da sağlanamamıştır.

Ünlü Alman Fizikçisi Otto Hahn yaptığı bir deneyle ummadığı bir sonuca varmıştır. Hahn,



Belli belirsiz görünen mavi renge, "Cerenkov" radyasyonu adı verilir. Kullanılmış Uranyum yakıt çubuklarından ortaya çıkar (yukarıda).

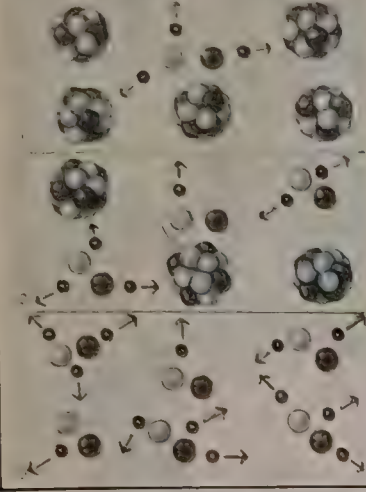
Uranyum ile atom ağırlığı 235 olan bir Uranyum izotopunu karıştırmıştır. Bu yeni maddenin atomlarını nötronlarla bombardıman ettiğinde, atomun ortadan ikiye bölündüğünü gördü. Baryum ve Kripton adlı iki ayrı cisim meydana geldi. Bu konuda zamanla yapılan birçok araştırma sonucunda, çok büyük bir enerjinin ortaya çıktığı anlaşıldı. Bunun yanı sıra zincirleme reaksiyon adı verilen değişik bir tepkime de ortaya çıktı. İlk parçalanma sırasında birçok nötron ılerlermeyi sürdürmekteydi. Bu nötronlar yeniden yavaşlatılıp diğer uranyum parçalarına da çarptığında, yeni parçalanmalar meydana geliyordu. Bu tepkime zincirleme olarak sürüp gidebiliyordu. Zincirleme reaksiyon sonucunda meydana gelen enerjinin miktarı da, gittikçe büyüyordu. İşte bu zincirleme reaksiyon sonucunda büyük enerji elde edilmeye başlandı. Atom bombasının temeli de bu prensibe, yani zincirleme reaksiyona dayanmaktadır. Birkaç kilogramlık bir uranyum parçası bir zincirleme

reaksiyonun sonucunda patlamakta ve büyük bir ısı yaymaktadır. Bu ısının miktarı o kadar yüksektir ki, yakınındaki bütün cisimleri bir anda eritip gaz haline geçirmektedir. Birkaç kilogramlık bir uranyumun zincirleme reaksiyon sonucu yayaçağı radyoaktif ışınların miktarı tonlarca uranyumun reaksiyonsuz yayacağı radyoaktif ışına eşittir. II. Dünya Savaşı'nda Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombaları bu güçte zincirleme reaksiyonların sonucudur. Zincirleme reaksiyon olayına fizikte Fission olayı da denmektedir.

Füzyon olayı:

Atomların çekirdeklerinin parçalanması ve bunun sonucunda büyük bir enerjinin elde edilmesi olayına Fission olayı diyorduk. Bunun bir de tam tersi vardır. Yani atom ağırlıkları düşük elementlerin çekirdekleri bir araya getirilerek daha büyük ağırlıkta atomlar meydana getirilmektedir. Daha büyük çekirdekli elementlerin yapılması

Zircirleme reaksiyon



Zircirleme reaksiyonunun üç aşaması 1) Uranyum nükleus'u, enerjiyi ve üç nötronu serbest bırakıyor. 2) Serbest kalan üç nötron, başka uranyum çekirdekleriyle birleşerek, daha çok sayıda nötron doğuruyor 3) Bir reaktörde her saniyede bunun gibi birçok füzyon olayı görünür Nevada'da, yapılan bir atom deneyi.

olayına da Füzyon olayı denmektedir. Füzyon olayının sonucunda da büyük bir enerji elde edilmektedir. Füzyon olayı için büyük ısı gerekir. Hidrojen bombaları Füzyon olayı prensibine dayanarak yapılmaktadır. Üma hidrojen bombasının patlayabilmesi için küçük güçte bir atom bombası patlatılmakta ve bu bombanın patlaması sonucu meydana gelen yüksek ısıdan Füzyon olayında yararlanılmaktadır.

Atom bombası:

İlk atom bombası 16 Temmuz 1945 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Alamogordo bölgesinde patlatıldı. Çok hızlı bir zircirleme reaksiyonunun meydana getirildiği bu ilk atom bombası çok yüksek bir ısı oluşturmıştı. Isı ve basıncın büyük ve yıkıcı bir şok dalgası yarattığı bu bombayla, nükleer silahlar da başlamış oldu. İlk atom bombaları, atom ağırlığı 235 olan Uranyum veya atom ağırlığı 239 olan Plütonyum'un çekirdeğinin parçalanması sonucu yapılmıştır. Nötron mermi olarak kullanılmış ve bu maddelerin atom çekirdek-

leri bombardıman edilmiştir. Çekirdek parçalandıktan sonra Lantan 57, Brom 35 ve 3 nötron meydana çıkmıştır. Böylece ayrışan parçaların kinetik enerjisi ve beta ışınlarının enerjisi açığa çıkar. Grafit türünde bir yavaşlatıcı ile nötronların hareketleri ağırlaştırılıp reaksiyonun zircirleme bir hal alması sağlanmıştır.

Birinci fission sonucunda 2,5 artık nötron elde edilir. İkinci fissiondaki nötron miktarı ise 6,5 olacak ve reaksiyon çekirdeklerin tükenişine kadar devam edecektir. Her fission sonucu 200 Megavat enerji açığa çıkmaktadır. Bir başka deyişle 1 gram uranyumun tamamıyla fissiona uğraması sonucu 8.2 kilojül'lük bir enerji açığa çıkmaktadır ki, bu enerji 1000 ton suyun sıcaklığını 20 dereceye çıkartacak ısı enerjisine eşittir. Nükleer enerjinin oluşması için iki koşulun yerine getirilmesi gerekmektedir. Bilindiği üzere her fission sonucunda kaybolan bir nötron grubu vardır. Bu nötron grubunun miktarını en düşük seviyeye indirmek gerekmektedir. Bunun için son derece titiz bir zaman seçimi yapmak, bomba merkezindeki kohezyonu mümkün mertebe korumak

gerekmektedir. Çünkü bombanın gücü bu kohezyonun korunmasıyla doğru orantılıdır.

A.B.D.'de gerçekleştirilen bombaların patlayıcı kütlesi kilogram düzeyindeydi. Bomba kütlelerinin büyüklüğü patlamayı içeren ve nötronları içe doğru yansıtan gömlekten kaynaklanıyordu. Bu koşullarda, patlayıcı maddenin yüzde üçü parçalanmaya zaman buluyordu. Bir kilogram patlayıcı, 2000 kilo trinitrotolüene eşittir. Tepkimeyi belli bir hacim içinde başlatmak için, yakıt kütlelerinin, kritik kütle denen en küçük kütleyi geçmesi zorunludur. Bu koşul gerçekleştiğinde atmosferden ya da bomba içine yerleştirilmiş özel bir kaynaktan gelen birkaç nötron, zircirleme reaksiyonu başlatmak için yeterlidir. Patlama için gerekli kritik kütleyi elde etmede, birçok teknik kullanılır. Birbirinden ayrı tutulan iki kritik altı kütle, klasik bir patlayıcıyla anızın birleştirilir. Plütonyumlu bombalarda, yakıt nispeten büyük bir hacim içinde, dağıtılarak yerleştirilir. Yakıtın çevresini tümüyle saran klasik patlayıcılar, aynı anda patlayarak nükleer patlayıcının aniden sıkışmasına

neden olur. Hiroşima'ya atılan nükleer bombanın gücü 20 kilotondu. Günümüzde ise bu güç çok büyük ölçüde artarak yüzlerce kilotona ulaşmıştır. 1946 yılında Bikini Adaları'nda yapılan deneyler bombanın en etkili patlama yüksekliğini ortaya koymuştur. Nükleer bir bombaya belirgin niteliğini, ışıma etkisi verir. Bu da, klasik bombaların etkilerine yeni bir tahrip biçimi katmasının yanı sıra, geniş bölgelerde radyoaktif buluşmaya yol açarak rakibin mesafe kaydetmesini önler. Bir nükleer bombanın patlaması sonucunda atmosfere radyoaktif artıklar yayılır. Bu artıklar, rüzgârın sürüklenmesine bağlı olarak patlama noktasından çok uzaklara düşerler.



Işık Bilgisi

Atom pili:

Kritik hacmin altında atom ağırlıkları 235 olan iki parça Uranyumun birleştirilerek kritik hacimleri yükseltilir. Ardından fission başlar. İşte bu atom bombasının çalışma prensibini oluşturmaktadır. Zincirleme reaksiyonu sürekli kılmak için atom reaktörleri geliştirilmiştir. Grafik çubukların arasına yerleştirilen uranyumdan oluşan basit bir atom pilindeki tepkiyi inceleyelim. Uranyum atomları parçalandıktan sonra bir enerji açığa çıkar. Bu enerji ısı enerjisidir. Bu ısı enerjisinden değişik türler elde edebiliriz. Atom pili basit bir atom reaktördür. Günümüzde dünyanın dört bir yanına kuralan nükleer reaktörlerin temel prensibi budur. Daha küçük çapta atom pilleri taşıt araçlarında da kullanılmıştır. Bu atom pillerinin yardımıyla çalışan atom denizaltıları vardır. Bu denizaltıları ilk kez Amerikalılar yapmışlardır. Günümüzde nükleer enerji çok yaygın biçimde kullanılmaktadır. Hemen hemen her ülke bir nükleer santrale sahip olabilmek için yarış etmektedir. Gelecekte bütün diğer enerji kaynaklarının yerini alması olasıdır.

Işık nedir:

Karanlık bir yerde hiçbir şey göremeyiz. Görmemiz için aydınlık gerekmektedir. Bu aydınlığı da bize bir ışık kaynağı verecektir. Örneğin bir mum ışık kaynağıdır ve bizim etrafımızı görmemizi sağlar. Işık kaynakları bize kendiliklerinden gözükürler. Onun için bu cisimlerin adı fizik dilinde ışık kaynağıdır. Onlardan kaynaklanan ışığın aracılığıyla gördüğümüz cisimlere de karanlık cisimler adını veririz. Karanlık cisimler ışık kaynağından çıkan ışıkların yansımaları sonucu bize gözükür. Işık kaynağı ile karanlık cisimlerin arasına koyduğumuz cam, su gibi cisimler bu karanlık cisimleri görmemizi engellemez. İşte bu cisimlerin fizik dilindeki adı da şeffaf cisimlerdir. Tam tersi görmemizi engelleyen cisimlere de şeffaf olmayan cisimler adını veririz. Madenler, tahta, karton bu cisimlere verilecek örneklerdir. Işık bir doğru şeklinde yayılır. Bunu basit bir deneyle anlayabiliriz. Örneğin

iki mukavva parçasının orta yerlerine küçük iki delik açalım. Bu deliklerden birinin önüne de yanan bir mum koyalım. Diğer kartonun deliğinden baktığımızda bu ışığı görürüz. Buradan anlaşılıyor ki ışık bir doğru boyunca yayılmıştır. Işığın bir doğru biçiminde yayılması ışık ışınları sayesinde olur. Işık ışınları ışığın yayıldığı istikametleri gösteren doğrulardır.

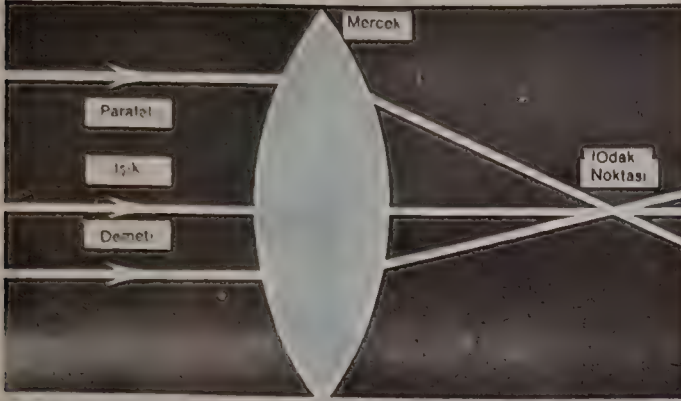
Gölge nedir:

Açık renk bir karton alalım. Bu kartonun önüne daha küçük bir cisim koyalım. Diğer uca da yanan bir mum koyalım. Açık renk kartonun üzerine ışık kaynağı ile karton arasındaki cisim kadar bir leke düşer. Bu leke o cismin gölgesidir.

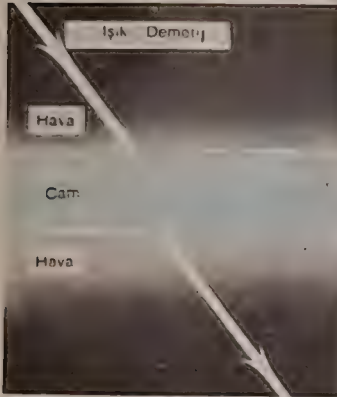
Işığın yayılma hızı:

Işığın birim zamanda aldığı yola yayılma hızı denir. Yani ışığın yayılma hızı aldığı yol ve zamanla orantılıdır. Bunu bir formülle sonuçlandırabiliriz:

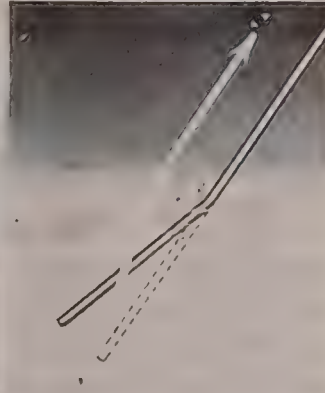
$$\text{Işığın yayılma hızı} = \frac{\text{Işığın yayılma zamanı}}{\text{Birim zamanda aldığı yol}}$$



Işıklar, birbirine paralel bir demet halinde iç büyük bir merceğe çarptıklarında kırılarak "Odak noktası" denilen bir noktada toplanırlar



Eğer ışık düz bir yüzeye (cam) çarparsa yönünü değiştirir ve hızı azalır. Örneğin denize bir sopa sokulduğunda, suyun içinde kalan kısmı kırılmış gibi görünür.



Fotometre:

Çeşitli ışık kaynakları aynı değerlerde ışık yayamazlar. Her birinin şiddeti değişiktir. Işık şiddetinin ölçülmesinde başlıca iki birimden yararlanılmaktadır. Bunlardan birincisi "Mum"dur. 20 mum 1 Viyol eder. Bir de yeni mum denilen bir birim vardır. Metrik sistemi kabul etmiş ülkelerde bu yeni mum, birim olarak kullanılmaktadır.

Işık akısı:

Herhangi bir yüzeyden bir düzlem üzerine çarpan ışık miktarı o ışığın akısıdır. Birimi ise lümenidir.

Aydınlatmanın şiddeti:

Herhangi bir ışık kaynağından gelen ışık akısı cisimleri aydınlatır. Bu ışık akısının miktarı ve üzerine düştüğü cismin genişliğine de bağlıdır. Aydınlatmanın şiddetini hesaplamak için şöyle bir formülден yararlanılır:

$$\text{Aydınlatmanın şiddeti} = \frac{\text{Işık akısı}}{\text{Aydınlatıldığı yüzey}}$$

Işık şiddetinin ölçülmesi:

Işık şiddetini ölçmek için başka ışık kaynaklarını örnek almak gerekmektedir. Bu olayı formüle etmede iki ışık kaynağından birinin ışık şiddeti ve cisimlere olan uzaklıkları bilinmelidir. Formülü şu şekilde meydana getirebiliriz:

Birinci kaynağın ışık şiddeti

İkinci kaynağın ışık şiddeti

Birinci kaynağın uzaklığı

İkinci kaynağın uzaklığı

Işık şiddetini ölçmek için fotometre denilen bir araçtan yararlanır. İki tür fotometre vardır. Bunzen Fotometresi ve Küre şeklindeki fotometre.

Yansıma:

Bir yüzey üzerine ulaşan ışık ışınlarının tümü bu yüzeyin aracılığıyla değişik bir yöne doğru geri çevrilir. Daha doğrusu yansıtılmış olur. Bu yansıma ışık ışınlarının geliş açısına göre değişmektedir. Işık ışınları yüzeye ne kadarlık bir açıyla geliyorsa o kadar bir açıyla da yansıyıp giderler. Tüm bu yansıma aynı düzlem içinde gerçekleşir.

Aynalar:

Aynalar iki çeşittir. Düzlem aynalar, küresel aynalar. Düzlem ayna bilindiği üzere, evimizde kullandığımız görüntüyü aynen yansıtan aynalardır. Bu aynalarda görüntü simetrik ve zahiri olarak elde edilir.

Küresel aynalar ise bir küreden kesilmiş olarak düşünülür. Bunlar da iki çeşittir. Konveks aynalar yani tümsek aynalar, konkav aynalar yani çukur aynalar. Bu aynalarda cisim odak noktasını geçene kadar terstir. Fakat cisim odak noktasını geçtikten sonra görüntü düzelir

Fakat zahiri bir görüntü olur. Tümsek aynada ise görüntü düz fakat zahiridir.

Işığın kırılması:

Işık ışınları saydam cisimlerin yüzeyinde de yansiyabilirler. Örneğin bir suyun yüzeyine çarpan ışık ışınları geldikleri açı oranında yansır. Fakat saydam cisimlerde ışığın kırılması diye de bir olay vardır. Kırılma ışık ışınlarının bu saydam cisimden geçerken yön değiştirmeleridir. Kırılma da aynı düzlem üzerinde olur. Kırılma açısı saydam cismin yoğunluğuyla da orantılıdır.

Prizmalar:

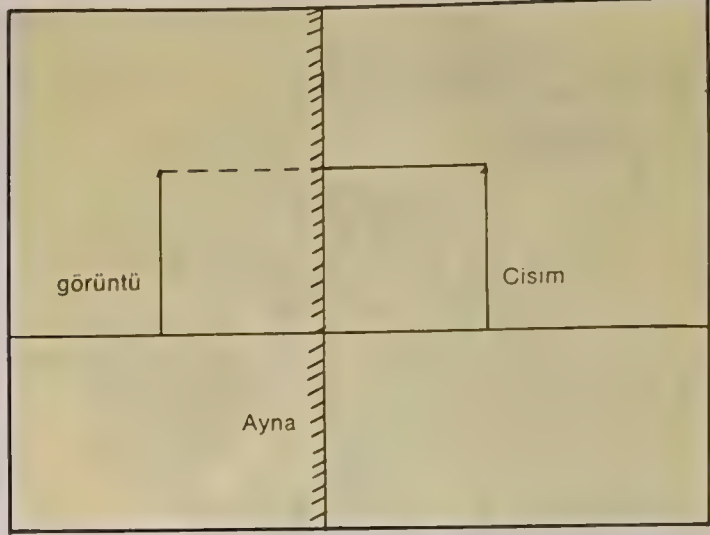
Prizmalar saydam cisimlerden yapılmış üçgen tabanlı dik cisimlerdir. Işık ışınları prizmalarda yansır ve kırılır. Üstelik bu olaylar iki kez yinelenir. Çünkü ışık ışınları bir yüzeyden girip öbür yüzeyden çıkana kadar bir de prizma içinde yol almışlardır. Girerken bir kırılma, çıkarken de ikinci kırılma meydana gelir.

Renk tayfı:

Prizmadan çıkan ışınlar biraz uzaklıktaki bir ekran üzerine düşerse renkli bir şerit meydana getirirler. Bu doğal ışığın renklere ayrışmasıdır. Buna tayf adı verilir. Yedi renkten oluşan bu tayf sırayla şöyledir: Kırmızı, Turuncu, Sarı, Yeşil, Mavi, Lacivert, Mor.

Spektroskop:

Tayflar spektroskop adlı bir aygıtla incelenir. Spektroskop dört ana parçadan oluşmaktadır. Bu parçalar prizma, kolimatör, dürbün ve mikrometre. Prizma ışığı ayrıştırmaya yarayacaktır. Kolinatör ise prizmanın ayrıştıracağı ışığı gönderecektir. Tayfın detayını incelemek ise dürbün aracılığıyla olacaktır. Mikrometre ise renklerin yerlerini saptamaya yarayacaktır.



Mercekler:

En az bir yüzleri küresel olarak kesilmiş saydam cisimlere mercek adı verilir. Merceklerden ışınların geçeyi de aynı prizmada olduğu gibidir. Yansıma ve kırılma olayları ikiyeşer kez meydana gelir. Mercekler iki çeşittir. Merceklerde de cisimlerin görüntüleri aynı aynalarda olduğu gibi odak uzaklıklarından olan mesafeye bağlıdır. Görüntünün zahiri veya hakiki olduğu bu uzaklıktan anlaşılır. Cismin uzaklığı ve odak uzaklığı belli bir merceğin vereceği görüntünün uzaklığını bulmak hiç zor değildir. İnce kenarlı merceklerde görüntünün uzaklığını hesaplamak için şöyle bir formül uygulanır.

$$\frac{1}{\text{Odak uzaklığı}} =$$

$$\frac{1}{\text{Cismin merceğe uzaklığı}} +$$

$$\frac{1}{\text{Görüntünün uzaklığı}}$$

Kalın kenarlı merceklerde de formül daha değişiktir. Bir cebirsel denklem olarak formülü belirtirsek şöyle bir sonuca varırız:

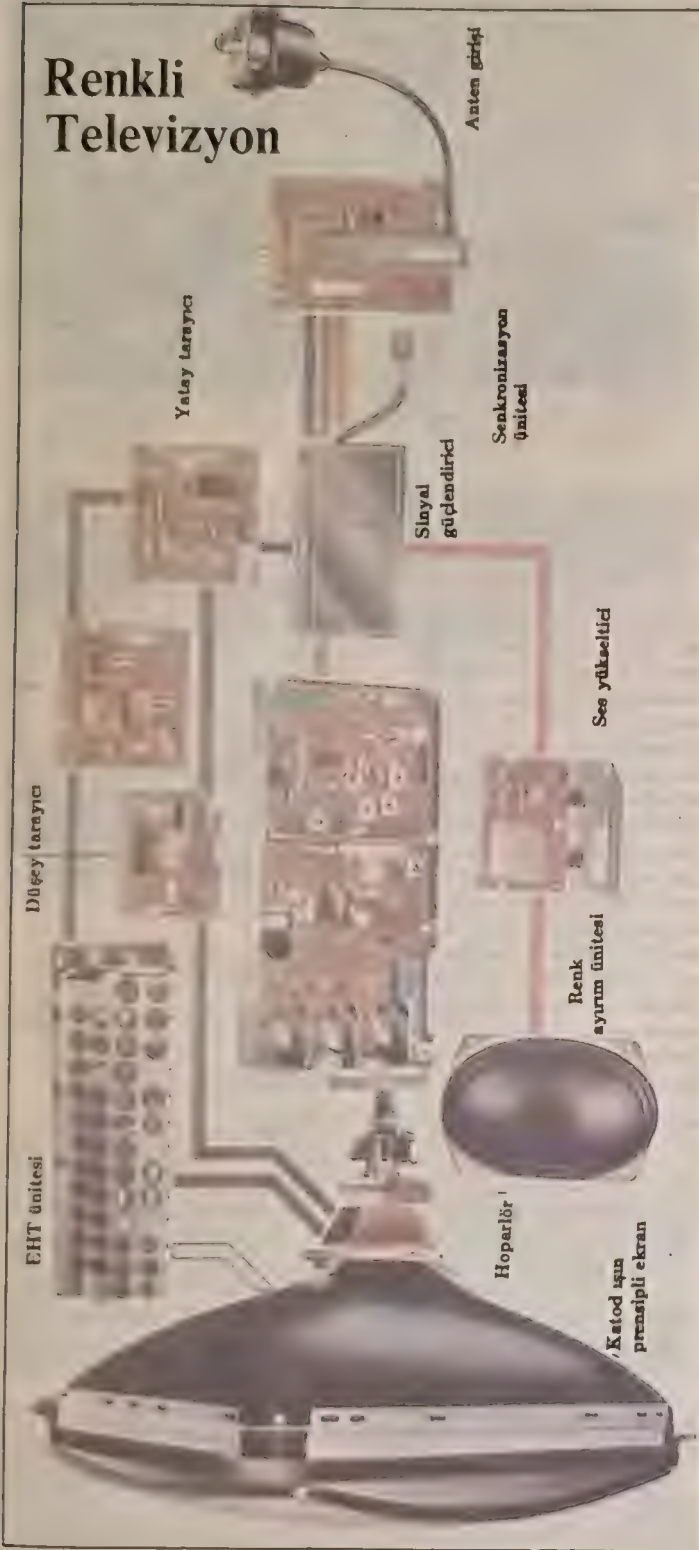
$$\frac{1}{\text{Odak uzaklığı}} = \frac{1}{\text{Cismin merceğe uzaklığı}} - \frac{1}{\text{Görüntünün uzaklığı}}$$

Yakınsama:

Merceklerin yakınsaması diye bir durum vardır. Merceğin odak noktasından merceğe olan uzaklığın tersi yakınsamadır. Birimi ise diyoptridir. Gözlüklerimizdeki numara bu diyoptri değeridir. Diyoptrinın hesaplanmasını da şu şekilde formüle edebiliriz:

$$\text{Yakınsama} = \frac{1}{\text{Odak uzaklığı}}$$

Renkli Televizyon



Bitişik iki merceğin yakınsaması ise iki ayrı aşamada saptanır. Bunun için ilk olarak şöyle bir formül uyguluyoruz:

$$\frac{1}{\text{Toplam odak uzaklığı}} = \frac{1}{\text{Birinci merceğin odak uzaklığı}} + \frac{1}{\text{İkinci merceğin odak uzaklığı}}$$

Daha sonra ana formülümüzle bu mercekle sisteminin yakınsamasını buluruz.

Optik araçlar:

Bilindiği gibi ışık bilimini inceleyen fizik dalına optik denmektedir. Son zamanlarda bir enerji kaynağı olarak incelenen ışıktan yararlanarak bazı araçlar yapılmıştır. Işıktan yararlanılarak yapılan optik araçlardan görüntü elde etmede geniş ölçüde yararlanılmaktadır.

Projeksiyon makinesi:

Optik araçlardan ilk olarak projeksiyon makinesini inceleyeceğiz. Projeksiyon makinesi başlıca şu bölümlerden meydana gelmiştir. Bir elektrik lambası, bir konkav ayna, kondanser adı verilen mercekle sistemi ve objektif. Güçlü fakat ebatları küçük elektrik lambası ışık ışınlarını konkav aynaya gönderir. Bu konkav aynadan yansıyan ışınlar da gösterilecek olan filmin üzerine yansır. Bu ışınların tümünün filmi aydınlatabilmesi ve objektife ulaşabilmesi için iki kalın kenarlı mercekle oluşan bir kondanser sistemi vardır.



Buradan sıyrılan ışık ışınları, ileri geri hareket edebilen bir boru şeklinde objektife gelir. Objektiften geçen filmin görüntüsü aracın önündeki bir beyaz ekranda belirir. Objektifin ileri geri hareketi net ayarı yapma ve cismi büyütüp küçültmeyle ilgilidir.

Episkop:

Projeksiyonmakinesi saydam cisimlerin üzerindeki görüntüleri büyültmeye yaramaktadır. Episkop ise bunun tam tersi, yani saydam olmayan cisimlerden üzerindeki görüntüyü büyültmeye yaramaktadır. Ana parçaları projeksiyon makinesinin aynıdır. Işık kaynağından çıkan ışık ışınları ince kenarlı iki mercekten

Teleskoplar, gök cisimlerini net ve parlak olarak yakınımıza getirir. (0stte)

geçerek görüntüye gelir. Daha sonra görüntüden yansiyarak düz bir aynadan yansır ve objektife ulaşır. Objektif de bir ekran üzerine görüntüyü ulaştırır

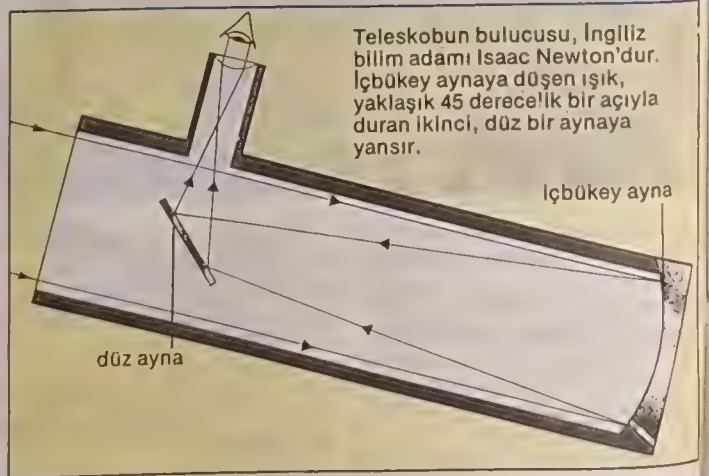
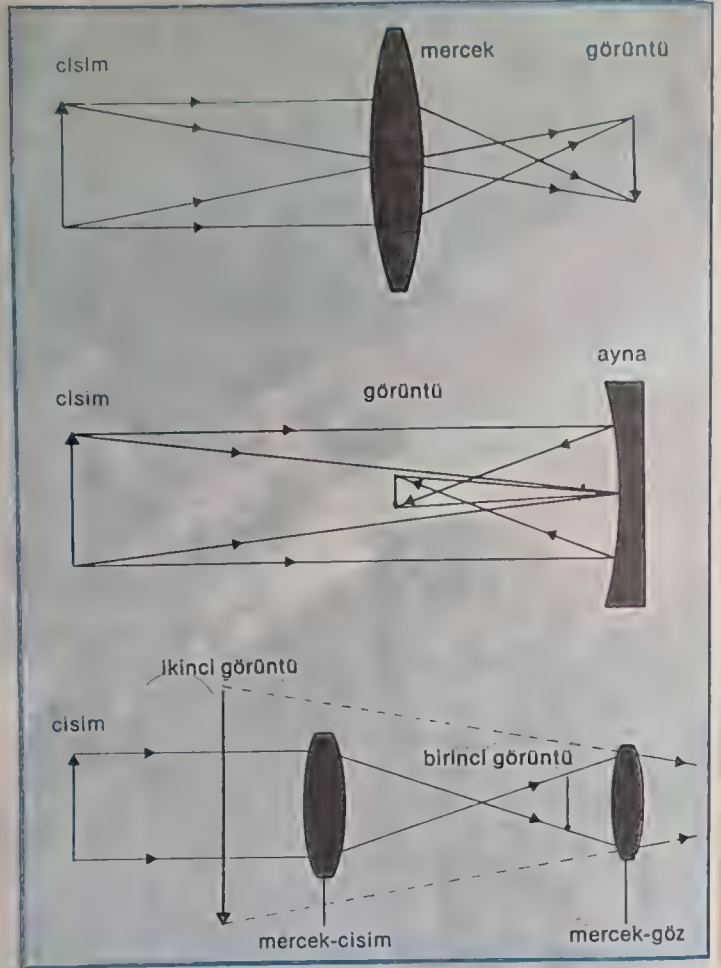
Sinema makinesi:

Sinema makinesi de diğer optik aletler gibidir. Yalnız onun sistemi diğerlerinden biraz farklıdır. Çünkü ekranda hareketli bir görüntü elde edilmektedir. O da projeksiyon makinesi gibi, saydam cisimlerin üzerindeki görüntüyü ekrana yansıtmaktadır. Sinema makinesinin prensibi şudur. İnsan gözüne yansıyan bir görüntü, saniyenin yirmide biri kadar bir süre kalmaktadır. Bu sürenin sonunda ikinci bir görüntü gelmektedir ekrana. İşte bu iki görüntü değişmesini insan gözü pek fark edememektedir. İkinci karede sanki cisim hareket ediyormuş gibi görünür. Bir başka prensip de filme kesik bir hareket verebilmektir. Yani filmdeki her karenin ortasında bir kesme olmalıdır. Bu kesme hareketini de malta haçı denilen özel bir bölüm gerçekleştirmektedir. Işık kaynağından yayılan ışık ışınları bir çukur aynadan yansır ve ince kenarlı mercek sistemine gelir. Daha sonra filme ve oradan da objektife varır. Objektif de görüntünün ekrana yansımısını sağlar.

Teleskop

Teleskop astronominin temel araştırma aracıdır. George Ellery Hale, A.B.D.'de ilk kez 508 cm boyunda bir teleskop yaptı. Uzun yıllar dünyanın en büyük teleskopu olarak kalan bu teleskop, her zaman çok ışık istemekteydi. Genellikle teleskoplar için bu geçerlidir. Çünkü gökbilimciler dünyadan çok uzakta bulunan son derece belirsiz cisimleri araştırmak için sürekli çaba göstermişlerdir. Evrene daha derinden bakmaktadırlar. Teleskoplar iki çeşittir. Mercekli ve aynalı teleskoplar. İki türün de kolaylıkları ve zorlukları bulunmaktadır. Mercekli teleskoplar, 17. yüzyılın

Teleskop, çok uzaklarda olan bir cisimi net bir biçimde yakınımıza getirir. (sağda üstte)



Teleskobun bulucusu, İngiliz bilim adamı Isaac Newton'dur. Küçük aynaya düşen ışık, yaklaşık 45 derecelik bir açıyla duran ikinci, düz bir aynaya yansır.



Palomar Dağı'ndaki dev Hale teleskobunun içi. Teleskobun büyüklüğü resimdeki insanlarla karşılaştırılarak kolayca anlaşılabilir. (Üstte)

başında geliştirilmişlerdir. İlk olarak Galile tarafından kullanılmıştır. Mercekli teleskopla incelenecek ışık, objektif denen özel mercekten geçer. Objektif ne kadar büyük olursa, teleskopun aldığı ışık da o kadar fazladır. Objektifin ana görevi aldığı ışığı toplamaktır. Her gökbilimsel teleskopta, istenilen biçimde kullanılabilen Okülerler vardır. Bu sınırlama eldeki ışığın miktarı ile orantılıdır. Bütün mercekli teleskopların aynı kusurları bulunmaktadır. Yanlış renk oluşturmaktadırlar. Tayf tarafından oluşan renklerin doğası yanlışır. Işık ışını objektiften geçerken

odak noktasına gelmek üzere kırılır. Ancak uzun dalga boyları, kısalara oranla daha az kırılır. Bu nedenle odak noktasına farklı bir yerden gelir. Örneğin yıldız gibi parlak bir cisim başka bir renkte güzel görünebilir. Ancak bu görüntü anastoronomlar için geçerli değildir. Bu durum, bir merceği kalın camdan, diğer merceği ise kristalden yapılmış objektifler kullanılarak giderilir.

Bunların farklı kırılma özellikleri vardır. Rengin hatası azaltılır. Kameralarda olduğu gibi hatalı renk oluşumu, daha fazla mercek eklenerek ortadan kaldırılabilir. Ama gözlemcinin gözüne gelen ışık, önemli ölçüde azaltılabilir.

Aynalı teleskop ilk kez yerçekimini bulan ünlü bilgin Newton tarafından kullanılmıştır. Bu teleskop diğerinden çok farklı bir

sistemle çalışmaktadır. Bu teleskopta ışık, açık bir tüpten geçerek, tüpün ucunda bulunan bir aynaya gelir. Bu ayna konkavdır. Işık yansır ve 45 derecelik bir açı yapan düz aynaya gelir. Işık parabolit olan bu aynadan geri gelir. Ardından da tüpün yanlarına yansır. Son olarak odağa gelir. Görüntü mercekli teleskopta olduğu gibi bir oküler tarafından büyütülür. Tüp içinde bulunan düz ayna, ışığın bir kısmının kaybolmasına neden olur. Fakat bu kayıp önem taşımamaktadır. Bu ayna tüm renkleri eşit oranda yansıttığından, ışığın renklere ayrılması sorunu ortadan kalkmış olur. Ancak okülerde görüntünün elde edilmesi sırasında, belli bir miktar artık renk ortaya çıkar. Modern aynalar seramikten yapılmışlardır. Bunlar yüksek ölçüde yansıtıcı

maddelerdir. Alüminyum ya da gümüşle kaplanırlar.

Öte yandan Gregory ve Cassegrain'in geliştirdikleri teleskoplarda ayna çukurdur ve ışık aynadaki bir delik yoluyla geri yansıtılmaktadır. Bir başka tür teleskopta ise birinci ayna eğiktir. İkinci ayna ise yoktur. Ama bu tür teleskoplarda görüntü çarpık olarak elde edilir.

Mercekli teleskop aynalı teleskoplardan daha etkilidir. Yalnız yapım zorlukları vardır. Çünkü büyük ayna yapmak, büyük mercek yapmaktan daha kolaydır. Üstelik pahalıya çıkmaktadır. Bu nedenlerle dünyanın en büyük teleskopları, aynalı teleskoplardır. Bir gökbilimci için gerekli açıklık, mercekli teleskopta 7,6, aynalı teleskopta ise 15,2'dir.

En önemli noktalardan biri de teleskopun yerleştirilmesidir. Sağlam şekilde yerleştirilmeyen teleskoplardan bir sonuç elde edilemez. En iyi teleskop, iki eksen üzerinde devinim yapan ve bu eksenlerden biri dünyanın eksenine paral olanıdır. Böylece dünyanın dönmesiyle meydana gelecek yerdeğişikliği de ortadan kalkmış olur.

Işık dalgaları:

17. Yüzyılda bilim adamları ışığın doğası konusunda ayrı görüştüler. Bazıları ışığın bir tür tanecikler akımı olduğunu, diğerleri ise taneciklerin dalgalarından oluştuğunu öne sürmekteydiler. Yansıma olayı tanecik kuramı ile açıklanabiliyordu. Taneciklerin yüzeylerden yansması bilsardo toplarının masanın kenarlarına çarpıp yön değiştirmesine benzetiliyordu.

Bu kuramın modern biçimi ışığın foton adı verilen enerji paketleri olarak değerlendirilmesidir. Kırılmanın açıklaması ise oldukça güçtü. Bazı tanecikler yansırken, bazılarının ise yüzeyin arkasına geçmesinin nedeni bilinmiyordu. Tanecik kuramının öteki yönleri de bunu açıklamaya yetmiyordu. Işığın bir dalga olduğu kuramı daha inandırıcı oldu.

Bu ilk yıllarda ışığa dalgali hareketi veren titreşimin nereden kaynaklandığını, dalgaların nasıl oluştuğunu hiç kimse bilmiyordu. Bu sorunlar 19. Yüzyılın sonlarına doğru çözülmeye başlandı. Işığın uzayda yol alan titreşimli elektriksel ve manyetik alanlardan oluştuğu, bu iki alanın birbirine dik açıyla ve hareket yönünde titreştiği keşfedildi.

Gerçekte ışık dalgaları, içinde röntgen ışınlarının, ultraviyole ışınların, enfraruj ışınların ve radyo dalgalarının bulunduğu elektromanyetik grubunun bir parçasıdır. Işık dalgaları, atomlardaki elektronların yörüngelen değiştirilerek elde edilir. Eğer bir atoma, herhangi bir yolla enerji verilirse, elektronlar çekirdekten uzaklaşarak yüksek enerji yörüngesine geçerler. Daha sonra bu elektronlar alt enerji yörüngelerine geri dönerler. Bu arada da dışarıya elektromanyetik dalgalar şeklinde enerji verirler. Cisimlerin ışık yayması bu yolla gerçekleşir.

Işık üretildiği ya da yansıtıldığı noktadan başlayarak, git-tikçe genişleyen bir küre şeklinde havuzdaki halkalar, gibi dalgacıklar halinde yayılır. Her ışık ışını, uzayda sürekli olarak, git-tikçe genişleyen titreşim hareket dizilerini üreten, bir doğru yol boyunca, hareket halinde döne-nülebilir. Bu noktadan çıkan bütün titreşimler, üstüste gelerek,

Palomar dağında kurulu dev teleskop (Amerika Birleşik Devletleri), (solda)



inde değişken tepeler ve enerji boşluklarından oluşan, küresel dalga sınırları oluştururlar. Her tepede ve boşluk, titreşimin uç noktalarıdır. Fakat ters yöndedir.

Bir cismin gölgesinin keskin sınırlar halinde görülmesi enderdir. Fakat bu, ışık kaynağının belirli bir boyutu olmamasındandır. Eğer kaynak sonsuz derecede küçük olsaydı, gölgelerin daha keskin olması beklenebilirdi. Çünkü ışık ışınları doğrular olarak kabul edilirler. Fakat asla böyle değildirler. Bütün dalgalar cisimlerin yan taraflarından yayılırlar. Buna dağılma adı verilir. Işık verildiğinde kenarlar aydınlanır ve kenara yakın noktalar her yöne yayılabilen ışık dalgalarına kaynaklık ederler. Böylece ışınlar kenar tarafından kırılmış olur. Işığın, dalga boyu çok kısa olduğu için, bu etkiyi kenarlarda görebilmek güçtür. Ama ışık dalgaboyu boyutundan çok küçük açıklıklardan geçerken açıkça görülür. Bu olay ışığın çok küçük açıklıklar arasından geçtiği, ya da yansıdığı bir dağıtma ızgarasında olur.

Bir açıklığın iki kenarından yayılan dalga sınırları, birbirini keser. Dalga tepelerinin çakıştığı yerde parlaklık artar. Bir tepenin bir çukurla karşılaştığı yerde ise, dalgalar birbirini götürür. Böylece titreşim ve ışık olmaz. Sonuç olarak açıklığın bir tek görüntüsü yerine, bir dizi aydınlık ve karanlık saçak oluşur. Dalgaların birbirini yok ettiği, ya da güçlendirdiği bu noktaya girişim denir.

Girişim ancak bir dalga boyu kadar bir yol farkı ile sağlanabildiği için, girişim etkileri, uzunluktaki çok küçük değişiklikleri bile yakalamakta kullanılabilir. Bu amaçla *interferometre* kullanılır. Bu araç bir ışık ışınıni ikiye ya da daha fazla ışık ışınına ayırıp, tekrar birleştirerek girişim yaratır.

Eğer bir ışık ışını daha sonra birleşmek üzere ikiye ayrılır ve bu

ışınlardan birisine, birleşmeden önce daha uzun bir yol aldırırsa, girişim olayı görülür. Tepe ve çukurlar arasında faz farkı olabilir ve ışık etkilenebilir.

Bu olay birbirine çok yakın yüzeyler arasında, örneğin ince bir zar ya da üstüste sıkıştırılmış iki cam parçasında görülür. Ardından da renkli saçaklı şekiller oluşur. Bazı kuşların tüylerindeki ve kelebek kanatlarındaki yanar döner renkler, girişim olayı ile açıklanabilir. Tüyün ya da kanadın ince yapısı bir dağıtma ızgarasına ya da ince bir filme benzer.

Polarizasyon:

Işık dalgalarındaki bir başka etki de **polarizasyondur**. Herhangi bir ışık dalgasında elektriksel ve manyetik alanlar, rastlantısal olarak yerleştirilmiş birçok yüzeylerde, dalga hareketi boyunca titreşirler. Polarize ışıktaki bu alanlar, yalnızca bir tek yüzeyde titreşirler. Işık belirli bir yüzeyin dışındaki titreşimleri ortadan kaldırarak ve filtreden geçirerek polarize edilir. Polarize ışın daha sonra titreşimleri önlemeyecek bir dik açıyla yerleştirilirse, ikinci bir filtreden geçer. Aksi durumda ışın durdurulmuş olur. Yüzeylerden belli açılarda yansıyan ışın, polarize olur. Polarize güneş gözlükleri yansıyan ışınları bu şekilde keserek, parlaklığı önler. Bu çeşitli şeker çözeltilerinde olduğu gibi, bazı kimyasal eriyikler içlerinden geçen ışının polarizasyon yüzeyini döndürür. Bu olay, kimyada, bu tür çözeltilerin analizinde kullanılır.

Işık enerjisi:

Işık bir enerjidir. Sabit kütleli sistemlerde enerji yoktan var edilemez. Ancak bir biçimden diğerine dönüşebilir. Bu yüzden ışık, yalnızca enerjinin bir başka biçiminin dönüştürülmesiyle elde edilir. Elektrik enerjisi bir elektrik lambasında ya da deşarj tüpünde ışığa dönüştürülür. Işık

ateşte ya da kızgın sıvı gelberide ışığa dönüşür. Kimyasal enerji ve ateşböceği gibi ışık saçan hayvanlarda ışığa dönüşür. Bu dönüşüm ters yönde de olabilir. Örneğin bir fotoelektrik hücrede ışık elektrik enerjisi üretir.

Işıklı ilintili olarak enerjinin dönüşümü 1800'lerin sonuna doğru, bilim adamlarının kafasını karıştırdı. Tamamen siyah bir cisim, ultraviyole ve enfraruj ışınlar gibi bütün görünmez, ısıyı emen, Bununla birlikte cisim ısıtıldığı zaman, yalnızca sınırlı ve belirli renklerde ve frekanslarda ışıma verir. Ateşin içindeki gelberi gibi, önce kızılötesi ışınları saçar. Sonra ısındıkça kırmızı sarı ve sonuç olarak beyaz olur. Eğer yeterli derecede ısıtılabilseydi mavi, beyaz renge dönüşüp, en sıcak yıldızlar gibi ultraviyole ışınlar saçardı. Işığın dalga kuramı, siyah bir nesnenin ısıtıldığında, ürettiği ışının neden farklı olduğunu açıklayamaz. Dalga kuramına göre nesne ısıtıldığı zaman, farklı sıcaklıklardaki farklı frekans alanları değil, bütün frekanslardan elde edilebilir. 1900'lerde Alman fizikçi **Planck** yenilik getiren ve açıklayıcı bir kuram ortaya attı. Bu kurama göre ışık dahil bütün enerjiler, enerji birimlerinden oluşuyordu. Bir nesne, bir birim ya da bir milyon birim içerebilirdi. Ama örneğin 0,8-2,5 ya da 354,67 olamazdı. Her enerji birimine Latince'de "Ne kadar?" sözlerinden gelme **enerji kuantumu** denir. Bir kuantumdaki enerji miktarı çok küçüktür. Göze çarptıklarında parlak ışıklardaki bir tek kuantum farke demeyiz. Işık enerjisinde bir kuantuma foton denir. Kuantum kuramı böylece gelberinin neden o biçimde parladığını açıklar. Gelberide daha fazla ışın verildiğinde üretilen ışığın enerjisi daha fazla olur. Bu da renk değişimi ile kendini gösterir. Yani mavi bir Foton'un enerjisi kırmızı bir Foton'dan fazladır. **Planck** her ışın Foton'unu enerji kapsamının frekansına



Lazer ışını, günümüzde önemli ameliyatlarda da kullanılıyor. (Östte)

bağı olduğunu açıklar. Frekans yükseldikçe Foton'un enerjisi yükselir.

Işğın bölünmez birimler varlığı olduğu fikri, ışğın tanecek kuramına bir dönüşüdü. Maddeyi oluşturan temel taneciklere ışğ kuantumu da katıldı. Eğer

ışğ tanecekler akımından oluşuyorsa, bilimcilerin çırpınarak aradıkları esir denilen ortama gerek olmadan, ışğ boşluktan geçebilirdi. Fakat ışğın kırılması ve karışımı gibi etkiler, ancak ışğın dalga olarak kabul edilmesiyle açıklanabilirdi. Bilimciler bunu, duruma göre, ışğın hem dalga, hem de tanecek olarak kendisini gösterdiğini varsayarak, çözdüler. Bu, zor bir sorundan, kolay bir kaçış yolu değildi. Çünkü ikili yapı varlığı

hem denetisel, hem de matematiksel olarak gösterilebiliyordu. Ayrıca hızlı hareket eden taneciklerin dalga karakteri taşıdığı anlaşılmıştı. Örneğin bir elektron ışını, elektron mikroskopunda dalga hareketi gösterir. Kuantum kuramı, sonunda bilimsel düşüncüyü yüzyıllar boyu bölen soruna bir çözüm getirdi. Newton tanecek kuramını Huygens ise ışğın dalgaları hareket ettiğini savındular. Planck'ın önerisiyle ikilem ortadan kalktı. Işğ arası-

tırılan olaya göre, tanecikler ya da dalgalar halinde kendini gösterir. Belirli metaller üzerine ışğ düşürüldüğünde ışğ saçarlar. Bu olaya foto elektrik etkisi denir. Parlak ışğın, az ışıktan daha fazla sayıda elektron ürettiği. Fakat daha yüksek enerjili elektron üretilmediği gözlenmiştir. Öte yandan mavi ışğ, ışğın yoğunluğu ne olursa olsun, kırmızı ışıktan her zaman daha yüksek enerjili elektron üretir. 1095'de Albert Einstein her elektronun bir

ışğ Foton'undan çıktığını açıkladı. Parlak ışğ az ışıktan aynı enerjide daha fazla Foton'a sahipken, mavi ışğ kırmızı ışıktan daha yüksek enerjili Foton'lara sahipti. Işğın frekansını değiştirmenin, ya da gözle görülmeyen frekansı görünür hale çevirmenin bazı yararları vardır. Floresan maddeler, değişik frekanslarda ışğ alırlar. Ve bunları gene değişik frekanslarda yayarlar. Sonuçta ortaya çıkan renk içine fazladan ışğ girdiği için çok

parlak olur. Bazı reklamlarda kullanılan boya ve mürekkeplerin esası budur. Bazı temizleme tozlarında, görünmez ultraviyole ışğınları mavi ışğa çeviren, böylece çamaşırı daha parlak gösteren optik parlaticılar bulunur. Bazı gece kulübü ve diskoteklerde bu tür ışğ yayan lambalar bulunmaktadır. Özellikle açık renk giysilere fosforlu cisimlerin parlaklığını verir

Fosfor:

Fosforesans, fosfora benzer fakat ışğ üretimi ile ışıının duruktan sonra bir süre daha da sürer. Televizyon ekranlarında katot tübünün için de, üzerinde elektron ışını çarptıktan sonra, kısa bir süre daha parlayan ve böylece görüntüyü veren fosforlar bulunur. Çoğu aygıtlarda, röntgen ışını gibi gözle görünmez ışğınları ve kozmik ışğınlar gibi hareket eden tanecikleri saptamak için, fosfordan üretilen ışğtan yararlanılır. Bazı fosforesant boyalar, ışğı uzun süre saklarlar ve karanlıkta parlalar.

Lazer ışını:

Elmaslara delik açmaktan, hassas göz ameliyatlarına, dünya ile arasındaki uzaklığı ölçmekten, en küçük hareketleri saptamaya kadar lazer kısa sürede büyük ölçüde kullanım alanları bulmuştur. Üç boyutlu televizyon ve ucuz nükleer enerji sağlanması açısından da, geleceği olağanüstü görülmektedir. Açıkçası lazer herhangi bir ışğ kaynağı değildir

Şok lazeri, temelde, enerji depolayan ve çok yoğun bir ışğın vermek üzere enerjiiyi bir anda salveren bir aygıttır. Lazer'in ana parçası, bir kristal ya da gaz tüpüdür. Genellikle bu parçanın güçlü bir ışğ, yoğun bir radyo dalgası ışını ya da elektron üreten bir aygıt çevrilmesiyle sağlanır. Pompalama sürdüğüçe içeride atomlardan daha fazla enerjiiyi yüklenirler. Ardından da yüksek enerji düzeylerine çıkartı-

Özel bir televizyon kamerasından yayılan lazer ışınları, karanlık bir odadaki kadının yüzünü aydınlatıyor. (sağda)

lırlar. Birdenbire atom, kendiliğinden ilk enerji düzeyine döner. Dışarıya bir Foton verir. Bu Foton bir başka uyarılmış atoma çarpar. Ve onun bir başka Foton üretmesine yol açar. Büyük bir hızla bir Foton akını başlar. Yanından aynayla kapatılmıştır ve Foton'lar bunların arasında gidip gelerek, bu Foton akını oluştururlar. Bu ışığın bir bölümü yarı gümüşlü aynaların birinden kaçabilir ve lazerden yoğun bir ışık parıltısı çıkar. Miaman'ın 1960'ta yaptığı ilk şok lazerinde, bir yakut billur vardı. Kısa bir kırmızı ışık üretiyordu. Sürekli dalga lazerleri artık birçok renkte sürekli ışınları üretebilmekte ve bazıları enfararuj ve ultraviyole ışınlar verebilmektedir.

Foton boşaltan atomlar, oteki Foton'ların gelmesiyle bu Foton'ları saçacak şekilde uyarılırlar. Bu da ışık radyasyonuna yol açar. Lazer pompalanan ışık birçok frekans kapsar. Ancak ortaya çıkan tek bir frekansta, çok yoğun bir ışıktır.

Lazer sözcüğü İngilizce'de uyarılmış ışınım yayılmasının yol açtığı ışık büyümesi anlamına gelen "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation" sözcüklerinin baş harflerinden oluşmuştur. Her Foton bir başka Foton'un üretimini başlatır. Hep birlikte yol alarak kesinlikle birbirlerine uyan ışık dalgaları üretirler. Bu ışığa aynı fazda ya da uyumlu ışık denir.

Dalgaların hepsi uyumlu olduğu için birbirlerini güçlendirirler. Lazer ışını çok parlak olur. Lazer'in yapısı nedeniyle hiç yayılmayan dar bir ışık üretir. Ay kadar uzaklıkta bile dünyadan yönetilen bir lazer, yalnızca 3 kilometre genişliktedir. Yoğun ve uyumlu dar bir lazer ışını, mercekle bir noktada toplanırsa havayı akkor derecesine kadar



ısıtır ya da çelik levhada delik açar. Doğru ve dar bir Lazer ışını, orneğin tünellerin ve petrol borularının yapımında, düz çizgileri kesinlikle saptamada kullanılır. Işın istenilen doğrultuya yönlendirilir ve yapı mühendisleri ancak aynı hızda baktıkları zaman, ışını görebilirler. Lazer ışınları, ayrıca uzaklık ve hız ölçümünde de kullanılabilir. Dünyadan gönderilen lazer ışını, astronomlar tarafından ay yüzeyine yerleştirilmiş bir aynadan, yansıtılarak, ayın uzaklığı doğru olarak ölçülebilir.

Meteorolojide lazer ışınları bulutların yanı sıra, gözle görülmeyen hava tabakalarının ve hareketlerin saptanmasını sağlar. Ayrıca hava kirliliği için yapılan çalışmalarda da kullanılır.

Lazerlerin yoğun ısı, tıpta ve sanayide çeşitli kullanımı alanları sağlar. Göz merceğine zarar vermeyecek güçte bir lazer ışını, merceklerle retina üzerine düşürülür ve ucsuz bir biçimde ayrılmış

bölümü yerine oturtturarak, görme bozukluğunu ortadan kaldırır. Lazer ışınları deri üstündeki oluşumları, ameliyatsız olarak gövdeye yerleştiren, fiber-optik tüpler yoluyla yakar. Ayrıca çürük dişlerin oyulması işlemide bu şekilde araçsız olarak yapılır. Sanayi alanında lazerler biçim vermede, elmaslara delik de mede, tel imalatında, kalıp yapmada, mikroelektronik devrelerin şekillendirilip kaynaklarının yapılmasında kullanılır.

Radyo dalgaları yerine lazer ışınlarıyla haberleşme yeğlenir. Çünkü ışık ışınları radyo dalgalarından daha fazla haberleşme kanalı taşıyabilir. Bilgi, ses ve fotoğraf lazer ışınıyla aktarılabilir. Işın sislili ya da dumanlı havadan geçerken sinyal güçlü kaybına uğramamak için, herhangi bir kapalı yol boyunca gider.

Lazerlerde uyumlu ışık üretmenin en şaşırtıcı sonuçlarından biri de, üç boyutlu görüntülerin elde edilebildiği holografının gelişmesidir.

Her ne kadar bir gün burdan yola çıkılarak üç boyutlu renkli televizyon ve sinema yapılacaksa da, holografı bugün için birkaç alanda kullanılmaktadır. Çiftpoz hologramlar, nesnenin pozlar arasındaki her hareketini kaydederek ve titreşimleri kendiliğinden bir yüzeyde resmeder. Uçaklar ve motor parçaları gibi yüksek hızlarda ve rejimlerde uzun süre hatasız iş görmek durumunda olan araçların tasarımında titreşim analizi yapmak zorunludur.

Lazer'in bütünüyle değişikliğe uğratacağı bir başka alan da, nükleer enerjidir. Termonükleer erimenin güçlü bir elektrik boşalması yoluyla, yüksek ısıda plazma üretilmesi yerine, lazer ışınıyla başlatılmasının mümkün olmayacağı konusunda araştırma yapılmaktadır.

Ses

Ses bir enerji çeşididir. Tıpkı oteki enerji çeşitleri gibi insanlığa yararlı olabilecek niteliktedir. Gerek konuşma, gerekse müzikteki çeşitlenmeler sonucunda ses, iletişim yönünden büyük etkinlik kazanmıştır.

Öte yandan insan kulağının duyamadığı ultra seslerden de çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Yüksek seslerin bile büyük bir enerji üretmediği bilinmektedir. Sözgelimi, çıkartabileceği en yüksek seslerde müzik çalan bir senfoni orkestrasının harcadığı enerji düşük güçteki bir elektrik ampulünün elektrik ya da ısı enerjisine eşittir.

Hareket enerjisinin özel bir çeşidi olan ses, nesnelerin titreşmesi sonucu ortaya çıkar. Genellikle görünmez olmakla birlikte titreşimler her türlü sesin kaynağını oluştururlar. Örneğin iki aracın çarpışmasından doğan ses, çarpışma sonunda her ikisinin de üst yüzeylerinde ortaya çıkan titreşimlerdir. Müziğin radyo ya da öteki aygıtlardan çıkabilmesi, hoparlörlerin konik yapısındaki titreşimlerdendir. Konuşma ya da şarkı söyleme ise, ancak gırtlak



Yükseklik artıp da havanın yoğunluğu azaldığında ses daha yavaş yol alır. (Üstte)

laktaki ses tellerinin titreşimiyle mümkün olabilir.

Bir nesne titremeye başladığında çevresindeki hava moleküllerinin de titreşmesine yol açar. Titreşimler havada yayılarak bir ses dalgası oluştururlar. Ancak havanın kendisi bu dalgayla birlikte yer değiştirmez. Hava moleküllerinin biraraya geldikleri bölgelerdeyse seyrekleşme olacaktır. Böylelikle ses dalgalarının akımı boyunca sıkışma ve seyrilme olguları birbirini izler durur. Sonunda kulağa ulaşan bu dalgaları kulak zarını titreştirip sesi duymamıza yol açarlar.

Eğer bir yüzey daha şiddetli titreşirse, sıkışma ve seyrilme aşamaları arasındaki basınç farkı da artacağından ses yükselir. Titreşimlerin salınımları, sesin tonunu etkiler. Örneğin salınımlar çok hızlıysa, sıkışma, seyrilme süreçleri birbirlerine yaklaştığından ses tonu da yükselecektir. Tersindeyse sıkışma ve seyrilme alanları birbirlerinden uzaklaşacak ve ton da azalacaktır.

Ses dalgaları kaynaklarından çıktıktan sonra her yönde dağılır ve deniz düzeyinde saniyede 33 metre ya da başka bir deyişle saatte 1149 kilometrelik bir hızla yol alırlar. Ses, yükseklik artıp da havanın yoğunluğu azaldığında daha yavaş, buna karşılık esnekliklerinden ötürü titreşimlerin daha kolay iletilmesine elveren su ve maden gibi maddeler içindeyse daha hızlı yol alır. Ancak sesin boşlukta yol alabilmesi olanaksızdır. Çünkü boşluk içinde titreşebilecek hava molekülleri yoktur.

Öteki enerji dalgaları gibi ses de, olağan koşullar altında doğrusal hatlarda yayılmakla birlikte gerektiğinde köşeleri de dönebilecek bir özellik gösterir. Duvar gibi yüzeylere çarptığında yansıyabilen ses dalgaları, örneğin pencere gibi bir boşluktan geçtiğinde sapma ya da dağılma yapabilmektedir.

Frekans ve ton

Ses yüksekliğinin ölçülmesi desibel sayılarla belirtilir. Desibel ölçeği logaritmiktir. Sözgelimi işitme eşiği denilen noktadan iki kat daha yüksek olan bir sesin desibel ölçeğindeki karşılığı

iki değil, on desibeldir. Kesin söz-cüklerle belirtilecek olursa, desibel metrenin sesin yegînlîğini ölçtüğü söylenebilir. Sesin yegînlîği, ses dalgalarındaki basınç değışikliklerinden kaynaklanmaktadır. sesin yüksekliğıyse kulak zarının algıladığı ve beyne iletilen duyumun gücüdür. İnsan kulağı değışik frekanslardaki sesleri aynı şekilde duymaz. Örneğın aynı yegînlikteki iki sestın alçak olanın algılanabilmesi, yüksek olanına oranla daha olasıdır.

Sesin oluşumu sonrasında ortaya çıkan sıkışmalarına, bir saniye içindeki sayısı sesin frekansını verir. Ve bu Hertz ile ölçülür. Burada ölçekler logaritmik değildir. Söz gelimi 440 Hertz'lik bir ses 220 Hertz'lik olanının tam iki katıdır. Başka bir deyişle sesin frekansı arttıkça tonu da yükseliyor demektir

Akustik

Gürültünün belirli bir tonu yoktur. Ve geniş bir frekans alanını kapsamaktadır. Çok yüksek gürültüler tehlikelidir. Örneğın bir jetin havalanışı 15. ya da bazen fabrikalardaki makinaların çalışmaları sırasında ortaya çıkan gürültü yüz desibeli aşar. Bu gürültüler bir süre sonra işitme duyusunun körelmesi, hatta tümüyle yok olması gibi sonuçlar doğurabilir.

Ayrıca düşük frekanslı gürültülerin, yüksek frekanslı seslerden daha az tehlikeli olmadığı

saptanmıştır. Üstelik bazı durumlarda bunlar daha da tehlikeli olabilmektedir.

Çünkü ilk anlarda yüksek gürültüler kadar tehlikeli gelmeyen bu tür sesler, yüksek düzeye ulaştıklarında, ya da insan kulağının algılayabileceğinden de düşük frekanslı sesler söz konusu olduğunda, baş dönmesi, mide bulantısı ve benzeri rahatsızlıklar baş gösterebilir.

Akustik uzmanları gürültünün yok edilmesi, bu seslerin geliştirilmesi için yoğun çalışmalar yaparlar. Uçak motoru gibi bazı makinaların akustik ilkelelerine göre yapılması, gürültünün önemli ölçüde azaltılmasını olanaklı kılar. Binalar da, çevrede oluşan gürültülerin girmesini önleyecek biçimde yapılabilir.

Gerçekten de çelik yapıların, sesleri hızlı ve etkili biçimde iletmeleri, yapıda ses yumuşatıcı ya da yalıtıcı maddelerin kullanılmasıyla giderilebilmektedir. Tavan, taban ve duvarlar bu tür maddelerle kaplanabilir. Böylece çeşitli seslerin odalara girmesi ya da dışarı çıkması büyük ölçüde engellenebilmektedir. Konser salonlarında da yansıma ve yankılanma denetlemekte ve böylelikle dinleyicilere seslerin en uygun yansımayla iletilmesi sağlanmaktadır.

Neden çalgılar birbirinden farklı sesler çıkarırlar? Bu soruya

yanıt olarak, çalgıların değışik biçimlerde çalınma sonucu farklı sesler verdiği söylenebilir. Örneğın bazıları vurularak, bazıları üflenerek, bazıları da tellerinde yay, parmak ya da mızrap gezdirilerek ses vermektelerdir. Ama seste değışen nedir?

Çalgıların ses çıkartabilmesi için bir şeyin titreşmesi ve bu titreşimlerden oluşacak salınımların elde edilmek istenen sesin tonuna uyandırılması gerekmektedir.

Eğer titreşim hızlıysa, insan kulağına ulaşan ses dalgasının titreşimleri de sayısal olarak artacak ve bunun sonucunda ses tonunun yükseldiğı ya da tizleştiğı duyulacaktır. Buna karşılık frekansın düşük olduğu seslerde, tonun alçaldığı ve sesin baslaştığı farkedilir.

Bir ses dalgasının frekansı Hertz ile ölçülür. İnsan saniyede 20 ile 20 bin arasında değışen frekansları duyabilirler. Ama yarasa ya da köpek gibi bazı hayvanların bundan daha yüksek ve düşük frekansları işitebildiğı de bilinmektedir.

Özel bir ton değışikliğinde olmak koşuluyla, her çalgının belli bir nota dizisi oluşturduğu bilinmektedir. Ama gerçekte her nota kendi içinde çok daha fazla sayıdaki notanın birleşiminden oluşur. Asıl notanın insan kulağıyla da algılanan tonuna temel



ton adı verilir. Bundan başka her çalgı daha yüksek tondan ikinci bir grup nota daha oluşturur ki buna da armonikler adı verilmiştir. Armonikler, titreşen nesnenin değişik frekanslardaki sesi bir kerede oluşturması ve temel frekansa ek frekansların ortaya çıkması sonucu oluşur.

Tiz seslerin, bazı çalgılarda önceden ayarlanıp istenerek çıkarılmaları da mümkündür. Örneğin nefesli çalgılarda daha güçlü bir üfleme, tellilerde ise özel mızrapların kullanılması gibi yöntemlerle bu tür sesler elde edilebilir. Ancak özel olarak üretilen bu tür seslerin tek tek duyulabilmeleri mümkün değildir. Eğer duyulabilselerdi, her nota birkaç notanın birden çalınmasını andırırdı. Ancak armonikler temel notayla birleşir ve ortaya karmaşık bir dalga çıkar. Her çalgı sesinin kendine özgü bir dalga biçimi vardır. Çünkü armonikleri yegînlikleri birbirinden farklıdır. Günümüzde müzik uzmanları çalışmalarını kolaylaştırmak için temel biçimlerdeki çeşitli dalga biçimlerinden yararlanırlar. Uzmanlar bunları birleştirerek çeşitli sesler elde ederler. Bütün çalgılar belirli tonda nota üretmez. Davul ve zil gibi çalgılar yalnız gürültü çıkarır. Bu gürültü çeşitli frekansları kapsar.

Nicelik, müziksel sesin başka bir niteliğini oluşturur. Müzikte çarpıcı bir etki yaratılmak istendiğinde uzunca bir zaman aralığıyla dilimlendirilerek keskin dereceli sesler kullanılır. Buna karşılık özellikle müziğin başlangıcında kısa zaman dilimleriyle değiştirilen nicelikler sesin niteliğini yükseltir. Giriş özellikleri süresizler adıyla tanımlanır. Bunlar notanın çabuk mu başlayacağını, yoksa geliştirilmesinin zamanla mı olacağını bilirler. Süresizler, karmaşık yapıda olduklarından çalgı ses vermeye

Bütün çalgılar belirli bir tonda nota üretmez. Davul ve zil gibi çalgılar yalnız gürültü çıkarır. (sağda)

başladığında hem dalga şeklinde hem de ses derecesinde değişikliklere yol açar. Tanıma ve kavrama bakımından süresizler büyük önem taşır. Örneğin süresizler kaldırılırsa obuanın ses özgünlüğü yok olur. Ve çalgıdan sanki ağız mızıkasına benzer sesler çıkar. Müziksel seslerde buna ek olarak iki ayrı niceliksel özellik daha vardır: Yankı ve titreme. Genellikle o yankının müziği zenginleştirdiği ve çok seslilik yarattığı savunulmaktadır. Yankıya konser salonlarının duvarları aracılığıyla ya da yapay yöntemlerle üretilir. Titreşimler ise genellikle müzikerlerin kullanmaktan çok hoşlandıkları bir yöntem olup ton titremelerinden oluşur. Söz gelimi kemancılar sol bileklerini sallayarak bunu elde edebilirler.

Çalgıların sınıflandırılmasında titreştirilen nesnenin yapısı temel alınır. Telli çalgılar adı verilen keman, viola, violonsel, kontrbas, gitar, piyano, klavsen ve arp grubunda ses, gergin tellerin yayı parmaklar ya da mızrapla titreştirmesi veya üzerine yumuşak küçük çekiçlerle vurulmasıyla elde edilmektedir. Bu tür

çalgılarda teller ne kadar uzun olursa, çıkacak notalar da o kadar alçak olur. Bu nedenle çalgıdan elde edilecek sesin tonları ya elin teller üzerinde dolaşip çeşitli noktalara basarak uzunluğunu değiştirmesi ya da değişik uzunluktaki tellerin kullanılmasıyla elde edilir.

Nefesli çalgılar, bir borunun içindeki havanın titreştirilmesiyle ses çıkarır. Pirinçten yapılmış nefesli çalgılarda titreşim dudaklarla ağızlıkta üretilir. Tahtadan yapılan bazı nefesli çalgılarda örneğin fagot obua ve klarnette ağızlıkta bir ya da iki titreşim kamışı bulunmaktadır. Flütteyse, borunun üzerindeki bir delikten üflenerek çalgı içindeki havada titreşim oluşturulur. Çalgıcı delikleri kapatmakla hava uzunluğunu da değiştirir ve farklı tondalarda sesler elde edilir. Aynı yöntemle temel notalar yerine bazı armonikler de oluşturulabilir.

Vurularak çalınan çalgılardan bazılarında ses davuldaki gibi bir derinin ya da zil ve benzerlerindeki gibi sert bir metalin üzerine vurularak çıkarılır.



Akortlu vurmali çalgılarda-
dayşa tonlar kesin çıkar. Bunu
sağlamak için bu tür çalgılara ya
vibrafon ya da ksilofon eklenir.
Böylece metal ya da tahtadan
yapılma değişik uzunluktaki
çubuklara vurularak çeşitli nota-
ların farklı sesleri çıkartılabil-
mektedir.

Maddenin Durumları

Sıvılar

Sıvılar belirli hacim kap-
larlar. Buna rağmen akar
cisimlerdir. Sıvıların
birinci özelliği moleküllerinin

birbirini çekmesi, ikinci özelliği
de bu moleküllerin katılardakin-
den daha serbest olmasıdır. Sıvı
molekülleri sürekli olarak titreşir
ve gene aynı hızda birbirleriyle
yer değiştirirler. Durağın bir sıvı
kesme kuvvetine karşı dirençsiz-
dir. Çünkü herhangi bir nokta-
daki basınç her yönde aynıdır.
Basıncın gerçek değeri derinlikle
sıvının yoğunluğunun yerçekimi
ivmesinin çarpımıdır. Bu nedenle
katı nesneler sıvı içinde yüzerler.
Hatta sıvıya daldırılan bir nesne
taşıdığı suyun ağırlığına eşit bir
kaldırma kuvvetiyle karşılaşır.
Bu olgu **Arşimed ilkesi** olarak
tanınır.

Katıların incelenmesinde kul-
lanılan bilimsel yöntemler, sıvıla-
rın içinde de bazen molekülleri
düzenli sıralanmış küçük hacim-
ler olduğu ortaya çıkmıştır.
Ancak katılarda olduğu gibi tam
bir düzen yoktur. Söz gelimi altı-
gen yapıları bir katıda her molekül-
lün 12 yakın komşusu vardır.
Sıvıda bu sayı dört ile 11 arasında
sürekli değişir. Sıvı molekülleri
arasındaki ortalama uzaklık katı-
lardakinden daha fazladır. Bu da
bazı katıların neden eriyince daha
çok yer kapladığını açıklar.
Ancak sıvılarda moleküller sıkış-
tırılmaz. Bu nedenle sıvılar bir
boşu boyunca basınç iletebilir.

Bir sıvı ısıtıldığında molekül-
lerinin hızı, kaynama noktasında



Katı nesneler sıvı içinde
yüzerler. Bu da **Arşimed ilkesidir**
(üstte).

gaza ya da buhara dönüşüncüye
kadar durmadan artar. Bunu sağ-
lamaya yetecek olan ısı enerjisine
gizli buharlaşma ısısı adı verilir.
Aynı şekilde bir sıvı soğutuldu-
ğunda moleküllerinin hızı azalır
ve sıvı donup katılardaki sabit
şekli alır. Dondurulmuş bir katıyı
yeniden eriterek sıvı haline getir-
mek için gerekli olan ısıya gizli
erime ısısı denir. Normal ısılarda
bile bazı moleküller sıvının yüze-
yinden sıçrayıp buharlaşırlar.
Kapalı bir kapta sıvı ile doymun
buhar arasında bir denge vardır.
Yani moleküllerin sıvıyı terk etme
oranıyla gene sıvıya dönme oranı
aynıdır.

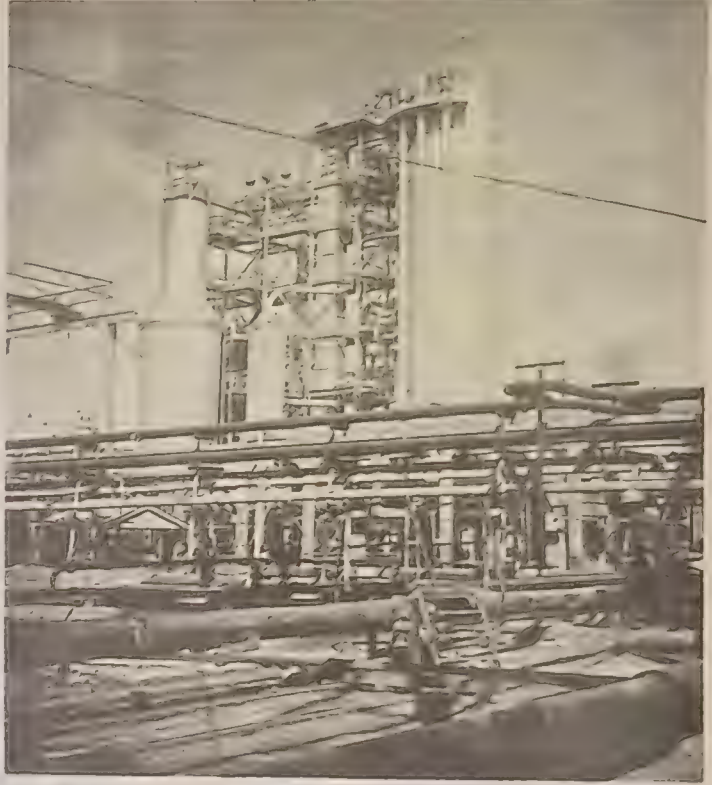
Bir sıvı kaynağında buhar
moleküllerinin atmosfer basıncını
yenmesi gerekir. Sıvı yüzeyindeki

basınç azaltılırsa, sıvı daha düşük
ısıda kaynar. Basınç arttırıldı-
ğında ise, kaynama noktası yük-
selir. Eğer sıvı içinde buharın
üzerinde kabarcıklar oluşurabi-
leceği küçük parçacıklar yoksa
kaynama bastırılır. Bu etki saf su
kaynatılırken ortaya çıkan
yamulmaya neden olur. Sıvı ise
hidrojen kabarcığı olarak bilinir.
Su, sıvılar için geçerli olan kural-
ların çoğuna uymaz. Söz gelimi
çoğu maddeler erirken yüzde beş-
ten yüzde 15'e kadar değişen
oranda genişlerler. Ama su yüzde
on oranında büzülür ve donma
halinde genişler. Bunun nedeni
sudaki moleküllerarası kuvvet-
lere bağlıdır. Su katı hâldeyken
açık bir yapıya sahiptir. Bu yapı
buz eriyince bozulur. Suyun en
yoğun olduğu derece 4'dür.
Bunun nedeni bir olasılıkla
sudaki molekül gruplarının kris-
tal benzeri sıralanışındır. Su ısıtıl-
duğunda bu özellik kaybolur.

Arka plandaki kuleye ham petrolün damıtılması için, ön planda bulunan boruların labirenti. (sağda)

Yüzey gerilimi

Bir sıvının iç bölümlerindeki her molekül kusursuz bir denge durumundadır. Çünkü kendisini çevreleyen moleküller tarafından çekilir. Çekim kuvvetleri tüm yönlerde eşit olduğundan bunların toplam etkisi sıfırdır. Ancak yüzeyde, aşağıya yönelik çekme kuvvetlerini dengeleyecek yukarıya yönelik kuvvetler yoktur. Sonuç olarak yüzeydeki moleküller sıvının içine doğru çekilirler. Yüzeydeki moleküllerin sayısı en azıdır ve yüzey üzerinde bir zar varmışçasına gerilir. Yüzey geriliminin bu zorlaştırıcı etkisi iğne ya da böcek gibi küçük yoğun nesnelerin su üstünde durabilmesini sağlar. Eğer sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetleri büyükse, yüzey gerilimi ve ağırlık yüksektir. Yüzey geriliminin bir başka etkisi de sıvı damlalarında görülür. Havaya püskürtülen birkaç damla sıvı küresel bir biçim alacaktır. Damlaların aldığı bu biçim, bir kabın varlığıyla sağlanmış değildir. Her damlanın yüzeyindeki moleküller içe doğru çekilir ve böylece yüzey damlanın hacmine uygun olarak kaplayabileceği en küçük alanda büzülür. Bu durum bir küreyle sağlanır. Su bardağı ısıtılır; çünkü su molekülleri ile bardak arasındaki çekme kuvveti iki su molekülü arasındaki kuvvetten büyüktür. Bunun tersi cıva ve bardak için geçerlidir. İnce kılcal bir boru suya daldırıldığında su boru içinde yükselir. Bu suyun yüzeyi içbükeydir. Cıva ise kılcal boruya bastırılır ve dışbükey bir yüzey oluşturur. Su kavanozda pekmezden daha kolay akar. Dolayısıyla pekmezin daha ağırlı olduğu söylenir. Olayı açıklamak üzere yapılan bir model, kesme kuvveti altında bir kat molekülün başka bir kat üzerinde kaydığını gösterir. Bunun olabilmesi için daha hızlı kayan tabakadaki her molekülün öteki tabakadaki moleküllerin çekme



kuvvetini yenmesi gerekir. Ve bir dizi ilerlediğinde aynı işlemi yinelemek zorundadır. Bunun için enerji harcar. Bu da hızı düşürür. Tabakalar arasındaki göreceli hız azalır. Bunun sonucu ise yoğunluktur. Sıvıyı ısıtmak enerjisini artırır ve anlaşılacağı gibi artan ısı yoğunluğu düşürür. Bu nedenle sıcak pekmez soğuk pekmezden daha kolay akar.

Gazlar

Dünyadaki her şey ya katı ya sıvı ya da gaz halindedir. Ancak bazı maddelerin ısıya bağlı olarak her üç durumda da bulunabildikleri görülmektedir. Örneğin su, normal sıcaklıklarda sıvı, 100 derecenin üzerinde gaz ve 0 derecenin altında da katı durumdadır. Bütün maddeler atom ya da moleküllerden oluşurlar. Ve bu, atom ya da moleküller arası güç adı verilen bir etkiyle sıvılarla katıların dağılmasını önler. Moleküller sürekli hareket için

edir. Canlılıkları sıcaklığa bağlıdır. Ancak bu termik hareket, molekülleri bir arada tutan çekimin oluşturduğu moleküllerin arası güçle sınırlandırılmaktadır. Bilim adamları bu durumu kinetik kuramın kapsamı içinde ele alır ve incelerler.

Gazlarda termik hareket etkisi üstün gelir ve moleküller, içinde bulundukları kabın çeperlerine ya da birbirine çarparak dolanırlar. Gaz basıncına bu çarpışmalar neden olur. Bilim adamları gazların kinetik kuramını doğrulayacak ölçümler yapmışlardır. Örneğin bir litre oksijen gazında 3×10^{22} molekül olduğu bilinmektedir. Bu moleküller 0 derece ve 760 milimetre cıva basıncı altında 430 metre/saniye hızla hareket etmektedir. Moleküller aşırı derecede küçük olup Angström birimi ile ölçülürler. Her oksijen molekülü 3,5 Angström'dür. Genellikle moleküller arasında ortalama 70

Angström'lük bir mesafe aşarlar. Sıcaklık artışıyla birlikte moleküllerin kinetik enerjisi, mutlak sıcaklıktaki değişikliklerle orantılı olarak artar. Bir gaz karışımındaki ortalama kinetik enerji karışımındaki her türlü molekül için aynı olacaktır. Gaz sıkıştırıldığında hacmin basınçla ters orantılı olduğu saptanır. Bu ilinti, bulucusu Boyle'un adıyla da anılır.

Kömür

Kömür ilk fosil yakıttır. Büyük miktarlarda enerji gereksinimini karşılamak için kullanılır. Sanayi devriminin gerçekleşmesinde önemli bir rol oynayan kömür üretimi, bu devrimden sonra gelişmiş ve daha derinlerden kömür çıkarılmaya başlanmıştır. Kömür tüketimi 20 yıldan fazla bir süredir genleşmektedir. 1960'da dünya enerji gereksiniminin yarısını karşılayan kömür 1970'den sonra yerini iki fosil yakıtına bırakmış ve üçüncü sıraya düşmüştür. Bununla birlikte yakın bir zamanda petrol ve gaz rezervleri tükendikçe durumun tersine dönmesi olasıdır. Yapılan tahminlere göre yeryüzünde hâlâ sekiz trilyon tonu aşkın kömür rezervi bulunmaktadır. Bu miktarın, Dünya Enerji gereksinimini 21. Yüzyılın sonlarına kadar karşılayabileceği umulmaktadır.

Kömür nedir?

Tıpkı petrol ve gaz gibi kömür de biyolojik ve yerbilimsel süreçle yavaş yavaş parçalanarak oluşmuş organik bir maddedir. Ancak petrol ve gazlar plankton gibi hayvansal maddeden oluşurken, kömür bitki kalıntılarından oluşur. Fosil yakıtları yeryüzündeki yaşamın temeli olan karbon çevriminin bir bölümünü oluşturur. Fosil yakıtlarında bulunan karbon miktarı yeryüzündeki

tüm canlı maddelerdeki toplam karbonun elli katıdır. Kömür, karbon, su ve buhar halindeki gazlardan oluşan bir tortul kayadır. Bu birleşimin içinde kömür yandığı zaman kül üreten az miktarda mineral artıkları vardır. Saf kömürde sabit karbon ağırlık olarak yüzde 58'in üzerindedir. Element analizindeki oksijen oranı yüzde 13'den düşüktür. Isıtma gücü en az kilogram başına 7500 Kalori'dir. Hatta bazı yağlı kömürlerde 8600 kaloriyi geçer. Bileşim oranlarındaki farklılıkları yüzünden farklı tipte kömürler oluşur. Kömür çeşitleri arasındaki kalori farkı da buna bağlıdır. Linyit yüksek oranda su içerir. Ve bu yüzden yüzde 3 su

içeren taş kömüründen daha düşük kaloriye sahiptir. Öte yandan antrasit hemen hemen sadece karbondan oluşur. Ve bu yüzden çok az su ve gaz içerir. Bu kömür kalori değerinin yüksek oranda gaz içeren taş kömüründen yüksek olmasına karşın, daha az yanıcıdır. Kömür içindeki minerallerin başlıcaları çamur, florür ve sülfürdür. Özellikle sülfürler sülfürdioksit halinde oksitlenerek atmosferin kirlenmesine yol açar. Kömürün oluşması bol miktarda bitkinin bulunmasına bağlıdır. Bu durum yeryüzündeki alçak bölgelerin bataklık ve ormanla kaplı olduğu 345 milyon yıl önceki karbon devrinde en yetkin biçimine ulaşmıştır. Yer



1904'lü yıllarda trenler kömürle çalışıyordu. Günümüzün trenlerine karşın daha az yol katediyorlardı. (sağda)

bilimsel tarihinin hemen hemen bütün dönemlerine ait kömür yatakları bulunur. Ancak günümüzün en zengin yatakları karbon devrinden kalmadır.

Kömür bakteriler tarafından tahrip edilemeyecek hızda biriken çürümüş bitkisel maddelerden oluşmuştur. Kömürün oluşması için bataklık ortamı en uygundur. Durgun suda az oksijen bulunduğundan, bakteri etkinliği önlenir ve böylece bitkisel maddeler bütünüyle parçalanmaz. Belirli bir aşamadan sonra da bakteri hareketi bu süreç sırasında ortaya çıkan asitler tarafından engellenir. Önce turba oluşur. Eğer turba, tortul maddelerin altına gömülürse sıkışarak içindeki gaz ve suyu atacak ve ortaya kömür çıkacaktır. Derinliği 1 kilometreyi bulan tortul madde 20 metrelik bir turba tabakasından dört metrelik bir linyit tabakası oluşur. Turba tabakası yeryüzünün 3 kilometre derinliğinde ise elde edilecek ürün 2 metrelik taş kömürü olacaktır. Daha da derine, sözgelimi 6 kilometreye indiğinde 20 metrelik turbadan 1,5 metrelik antrasit elde edilir. Antrasit çok sert olduğundan başkalaşmış kaya olarak sınırlandırılır. Kömürün incelenmesi petrol ya da gaza göre daha basittir. Kömür, gaz ya da petrol gibi yer değiştirmez. Yeryüzüne sızmaz. Bu yüzden kömür rezervlerinin miktarını saptamak petrol ve gazdan daha kolaydır. Kömür birkaç santimden 30 metreye kadar değişen çeşitli kalınlıklardaki tabakalar halinde bulunur. Bu tabakalar arasında genellikle kireç taşı, şist, çamur ve kum taşı bulunur. Çevrimsel tortulanma denen bu durum, kömürün bir delta bölgesinde olduğunu gösterir. Kömür yataklarının çoğu bu tür delta bölgelerinde oluşmuştur. Bunların başlıcaları Pennsylvania ve İngiltere'nin çeşitli bölgelerinde rastlanan karbon devrine ait petrol yataklarıdır.

Dünya kömür rezervinin yakın gelecekteki gereksinimimizi rahatça karşılayacak mik-



Bir petrol rafinerisinin kuşbakışı görünümü. (üstte)

mesi ve kömürün biraz daha değerlendirilmesi beklenmektedir.

Petrol ve gaz

tarda olmasına karşın, bunun ancak yarısından yararlanılabilmektedir. Arta kalanı ya pahalı çıkarma işlemleri ve bugünkü kömür fiyatlarından dolayı çıkarılamamakta ya da başka kömür yataklarının çökmemesi için olduğu yerde bırakılmaktadır. Dünya kömür rezervinin yüzde 68'ine sahip olan Sovyetler Birliği, bu alanda başta gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde bu oran yüzde 14'dür. Üçüncü Dünya ülkeleri arasında en fazla kömür rezervine Hindistan sahiptir. Burada ve Afrika'da bugüne dek araştırılmamış geniş alanlar bulunmaktadır. Antartika'da ve Grönland'da büyük kömür yatakları vardır.

Bunlardan yararlanılabilmesi için kömür teknolojisinin geliş-

Petrol ve gaz 1974 yılında dünyada kullanılan tüm enerjinin yüzde 64'ünü sağlıyordu. Toplam enerji tüketiminin yüzde 45'ini petrol, yüzde 19'unu da gaz oluştuyordu. Demek oluyor ki her iki kaynak da dünya enerji tüketiminin yarısına yakın bölümünü karşılamaktadırlar. 1859 yılında Edwin L. Drake, Amerika Birleşik Devletleri'nin Pennsylvania eyaletindeki, Titusville Bölgesi'nde ilk sondaj kulesini kurdu. Petrol ve gazın o tarihte dünyadaki enerjiye katkısı çok azdı. Ancak sonradan bu iki yakıt şaşırtıcı bir hızla dünya enerji kaynakları arasında önemli bir yer almıştır. Ve teknoloji alanında olağanüstü ilerlemelere yol açmıştır. Petrol ve gazın sağladığı bol ve ucuz enerji olmaksızın çağdaş uygarlık ve teknoloji, ya da

başka bir deyişle günümüzün insanının ulaştığı düzey düşünülemez. Petrol aynı zamanda plastik, sentetik maddeler, ilaç deterjan yapımında kullanılan yüzlerce organik bileşimin, üretildiği petro kimya sanayiinin de hammaddesidir. Petrol, Drake'in açtığı sondaj kuyularından önce de kullanılmıştır. Zift petrol ürünlerinden biridir. Nuh'un Gemisi'nin ziftle kaplandığı söylenir. Tekne yapımcıları bu maddeyi günümüzde de kullanmaktadırlar. M.Ö. 1000 yılında yakıt olarak doğal gaz kullanmaktaydılar. Babil sokakları ise M.Ö. 600 yılında asfaltla kaplıydı. Dünyadaki toplam işlenebilir petrol rezervleri 666 milyon varildir. Bu miktar 1972 üretim düzeylerine göre ancak 36 yıl dayanır. Çıkarma tekniklerindeki gelişmeler ve keşfedilmemiş bölgeler göz önünde bulundurulsa bile,

petrol yakın gelecekte tükenecek olan bir maddedir. Bu yüzden petrolün dünya ekonomisinde anahtar olması olağandır. Yerbitimcilere göre petrol ve gaz mîneraldır. Çünkü kömür gibi bunlar da dünya kabuğunun bir parçasıdır. Ya bütünüyle, ya da genellikle hidrojen ve karbon moleküllerinden oluştuklarından, onların tümüne birden hidrokarbonlar denilmektedir.

Doğal ya da ham petrol rengi sarıdan siyaha kadar değişen bir sıvıdır. Koyu yeşil kırmızı ya da kahverengi olduğu da görülmüştür. Çok sayıda hidrokarbon bileşiminden oluşur. Yoğunluk derecesi akışkanlıktan katranda olduğu gibi yüksek yoğunluğa kadar değişir. Gaz daha hafif ve küçük hidrokarbon molekülleri içerir ve renksizdir.

Hidrokarbonlar depolanmış haldeki güneş enerjisinden başka

bir şey değildir. Organik madde klorofilin dönüştürdüğü güneş enerjisini kullanan canlı bitkilerle bileşimleridir. Bu bitkileri besleyen çok küçük bitki ve hayvan kümeleri, denizlerde yaşar ve ölüncü dibe çöker. Normal koşullar altında oksijen alan bakteriler organik maddeyi yakarak karbondioksit ve su çıkarır. Ama oksijenin bulunmadığı durumda, bakterinin işlevi tam olmadığından hidrokarbonlar ve öteki organik bileşikler ortaya çıkar.

Organik maddeyle birlikte kil ve mil de birikir. Zamanla içinde bol miktarda karbon ve hidrojen bulunan bu tortu yeni tabakaların altında kalır. Ve çamur taşı veya şist gibi kayaların altında sıkışır. Gömülmenin neden olduğu basınç ve ısı bakteriyel süreci tamamlayacak hidrokarbonların oluşmasına yol açar.





Yerkabuğunun hareketi, gaz ve petrolü bulundukları kayalardan çıkarır. Böylece hidrokarbonlar yukarıya çıkar. Eğer bunlar yüzeye ulaşır, dışarı sızarlarsa yok olurlar. Böyle çok sayıda sızıntı vardır. California'nın Santa Barbara bölgesi yakınlarındaki, sualtı petrol sızıntısı bunlara bir örnektir. Kimi zamanda bu yukarıya yönelik hareket, geçirimsiz bir tabaka tarafından durdurulur. Hidrokarbonlar bu tabakanın altındaki geçirimli kayada birikir. Buna **hazne kaya** denir. Hazne kayalar genellikle kumtaşları, kum ve şistlerden oluşur.

Hidrokarbonlar organik evrim döneminde oluşmuştur. Bugün de çok az miktarda hidrokarbon oluşmaktadır. Ancak

bunlar, şu andaki petrol rezervlerinin yerini dolduracak miktarda değildir. Güneş enerjisinin işlenebilir petrole dönüşmesi çok uzun zamanda gerçekleşir. Organik maddenin büyük bir bölümü çürüme yoluyla yok olur. Bundan, belirli bir yerde biriken petrol larca yıl sürer.

Bu maddenin petrole mesiyse, daha da uzun bir zamanda gerçekleşir. Meydana gelen petrolün bir miktarı da sızıntı yoluyla akıp gider. Öte yandan hazne kayalarda bulunan petrolün ancak yüzde 30 kadarı normal yollarla elde edilebilmektedir.

Petrol alanlarının verimini yüzde 70'e çıkarmak için günümüzde yeni yöntemler denen-

mektedir. Bu yöntemler arasında, hazne kayaya gaz ya da su yoluyla yüksek basınç uygulayarak petrolün yukarıya çıkmasını sağlamak, kayaları dinamitlemek, asit yoluyla hazne kayayı delmek, pompalanmış sıcak suyla kayayı ısıtmak, ya da ham petrolün akışkanlığını çoğaltacak kimyasal maddeleri aşağı pompalamak gibi denemeler bulunmaktadır.

Petrol araştırmasında ilkin tortul kayaların bulunduğu bölge saptanır. Çünkü petrol ancak bu kayalarda bulunabilir. Sonra tabakaların yapısı ve sıralanışı yerbilimcilerle jeofizikçiler tarafından incelenir. Hazne kayalar ya da petrolün tutulduğu yerler Aranır, ancak sondaj kuyuları açmadan, kapanların bulunup

bulunmadığı kesinlikle anlaşılmamıştır.

Enerji Elde Etmek

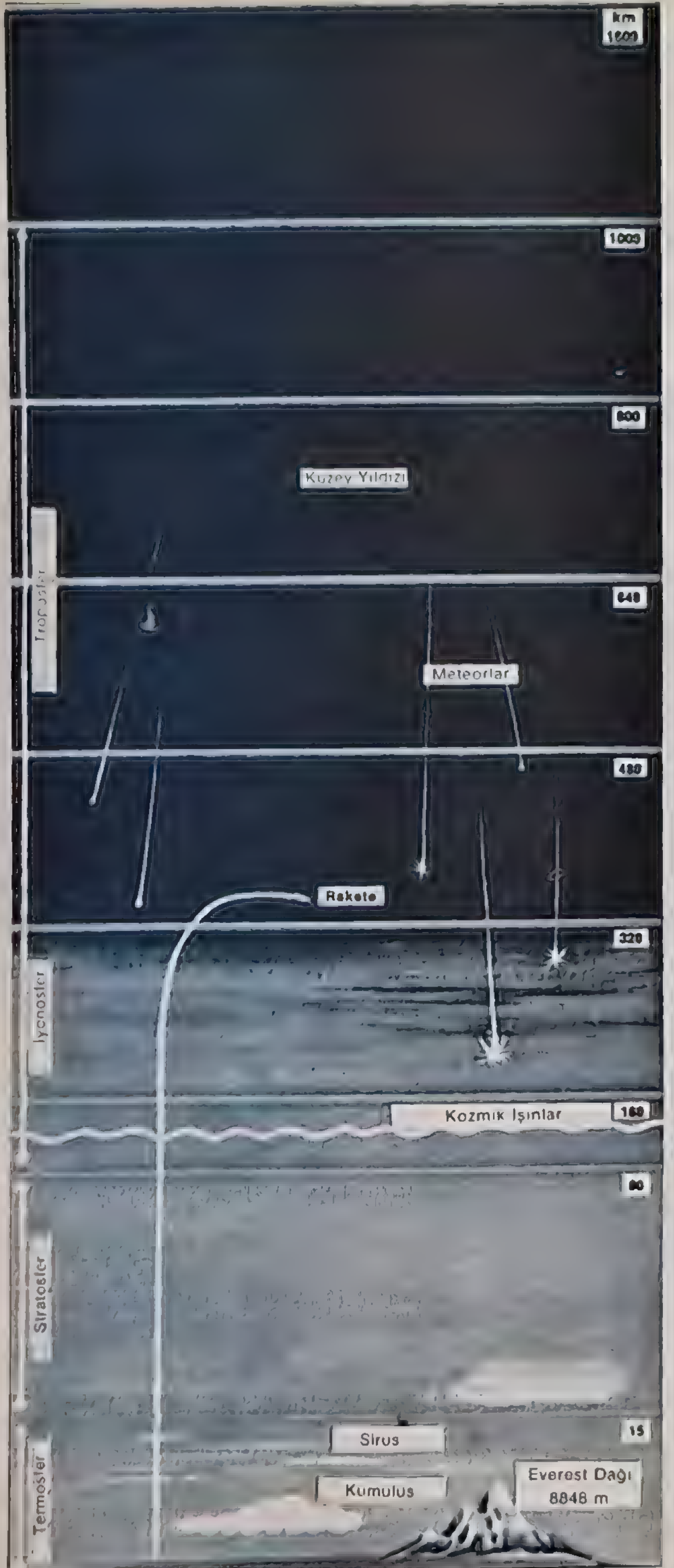
Bugün insanoğlunun kullandığı enerji kaynaklarının oluşması, milyonlarca yıl almıştır. Fosil yakıtları, yani kömür, gaz ve petrol, yeryüzüne hemen hemen 500 milyon yıl önce ulaşmış olan güneş enerjisini içerir. Bunlar milyonlarca yıllık bir süreçten geçmiş bitkisel maddelerden oluşmuştur.

Petrol, gaz ve kömür, kuşkusuz bir gün tükenecektir. Bu fosil yakıtlarından insanoğlunun daha ne kadar yararlanacağı sorusu ise tartışma konusudur.

Kömür, büyük miktarda elde edilen ilk fosil yakıttır. Batı toplumlarının sanayileşmesi, kömür madenciliğinin ilerlemesine bağlanır. Yeni teknolojiyle birlikte daha derinlerdeki kömür yataklarının işlenmesi de olanaklı hale gelmiştir. Kömür XVII. yüzyılda, birçok yeni makinenin yanı sıra, buharlı makinelerin geliştirilmesine ve yaygın olarak kullanılmasına yol açmıştır.

Yeraltında ne kadar kömür olduğunu saptamak olanağı kesinlikle yoktur. Ama tahminlere göre, bugünkü madencilik olanaklarıyla çıkarılabilecek 600 milyar ton kömür bulunmaktadır. 1970'lerin başlarında dünyadaki toplam kömür üretimi, yılda 2 milyar tonu bulmaktaydı. Bu durumda eldeki yedeklerin daha ne kadar dayanacağı tahmin edilebilir. Yıllık üretimin yüzde 25'i ABD'de çıkarılmaktadır. Bunun hemen ardından Avrupa üretimi gelir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi, kömür sanayii önümüzdeki yüzyılın başlarında, hatta daha sonraları da sürebilir.

Dünya enerji gereksiniminin hemen hemen yarısını petrol,



beşte biriniyse, doğal gazlar karışılmaktadır. İkisi birlikte, dünya enerjisinin yüzde 67'sini sağlarlar.

Petrol ve gaz sanayilerinin geleceği, kömür sanayisinin geleceğinden daha kuşkuludur. Öte yandan petrol rezervleri kömürden azdır. Bir tahmine göre, dünyadaki petrol rezervleri 90 milyar ton kadardır. 1973'deki üretim 2,8 milyar tondur. Yani, eğer insanoğlu petrolü bugünkü hızıyla tüketmeye devam ederse ve yeni büyük petrol rezervleri bulunmazsa, petrol sanayii XXI. yüzyılın ikinci çeyreğinde tamamen tükenmiş olacaktır.

Petrol rezervleri 5,5 milyar ton olarak bilinen ve 1973 yılındaki petrol üretimini 500 milyon tonu bulan ABD'de, durum daha dramatiktir. Bu hızla ABD'deki petrol yedekleri XXI. yüzyıl başlamadan bitmiş olacaktır.

Kuşkusuz yeni petrol yatakları bulunacaktır. Örneğin, İngiltere'de olduğu gibi ABD'nin kıta yaylasında büyük petrol yataklarının bulunacağı konusunda görüşler vardır.

Hidroelektrik, üzerinde durulmaya değer bir enerji kaynağıdır. Yeryüzündeki su, yağmur ve kar yağışıyla sürekli olarak yenilendiğinden, hidroelektrik enerjisinin elde edebileceği pek çok alan, enerji talebinin yüksek olduğu bölgelerden çok uzaktır.

Dünyada çalışılabilir durumda, ya da yakın bir gelecekte çalışacak olan 1000 Megawatt kapasiteli 60'dan fazla hidroelektrik projesi bulunmaktadır. Bu projeler fosil yakıtları üzerindeki baskıyı azaltacaktır. Çünkü hidroelektrik istasyonlardan elde edilen elektrik, bir yıl içinde elde edilen 330 milyon ton petrole eşittir.

Günümüzde hidroelektrik istasyonları, nükleer güç istasyonlarından daha fazla elektrik üretmektedir. Bu istasyonlardan,



1974 yılında tüketilen 60 milyon ton petrolün enerjisine eşit güçte elde edilmektedir. Nükleer enerji üretimi her yıl artmaktadır. Bu üretimin kısa sürede hidroelektrik gücün yerini alacağı sanılmaktadır. Günümüzde iri uranyum çubuklarda toplanmış uranyum atomlarının, ya da uranyumun radyoaktifliğiyle üretilmiş plutonyum gibi daha radyoaktif element atomlarının parçalanmasıyla çıkan ısıdan yararlanılır. Atom pillerinin ısı eylemsiz bir alışkanlıkla taşınır ve bir alternatörde elektrik enerjisine çevrilir.

Dünyadaki uranyum yedeklerinden ve öteki nükleer yakıtlardan elde edilen elektrik miktarı, büyük ölçüde nükleer reaktörlere bağlıdır. Bu reaktörlerden birisi olan hızlı üretici reaktör, aynı yakıtın bir ısı reaktöründe toplanacağı enerjinin 60 katını üretebilmektedir. Ticari amaçla yapılmaya başlanan reaktör hesaba katılmazsa, günümüzde bilinen uranyum kaynakları kırk yıl içinde tükenecektir.

Jeotermal enerji dünyanın çekirdeğinde bulunan ısıdan kaynaklanmaktadır. Bunun büyük bir bölümü doğal olarak kaya-

larda bulunan radyoaktif elementlerin yavaş yavaş parçalanması sonucu meydana gelir. Jeotermal istasyonlarda elde edilen enerjinin toplamı, büyük bir nükleer reaktörde elde edilen güce eşittir. İtalya, Japonya, Yeni Zelanda, ABD ve Meksika'da büyük jeotermal enerji istasyonları bulunmaktadır. Jeotermal enerji, aynı zamanda sıcak su elde etme amacıyla da kullanılabilir. Yeni Zelanda'da kâğıt sanayisinde, jeotermal sıcak sudan yararlanılmaktadır. İzlanda'nın başkenti Reykjavik, jeotermal enerji yoluyla ısıtılır. Sıcak su, yerçekiminden yararlanarak yapılara iletilir.

Yeni Enerji Kaynakları

Bugün gerçek bir enerji krizinin varlığından söz edemeyiz. Eğer tamamdından yararlanma yolları bulunabilirse, dünyanın bilinen enerji rezervleri, insanoğlunun öngörülen tüm gereksinimlerini karşılayabilecek zenginliktedir. Örneğin Colorado'nun bitümlü şist yatak-

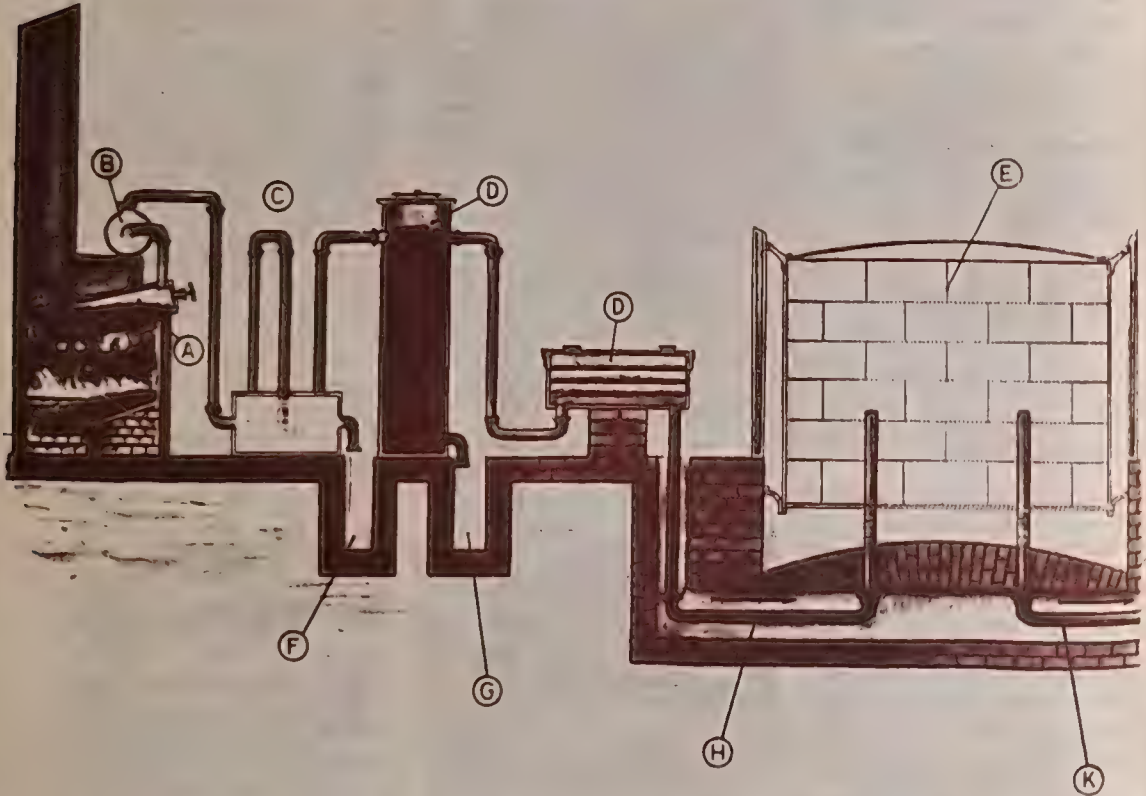
larında. Ortadoğu petrol rezervlerinin tamamından daha fazla petrol bulunur. New Jersey'deki James Platosu'nun hemen altında bulunan, 125 km hacminde bir kaya parçasında, dünyanın bütün bir yılda kullandığı ısı enerjisine eşit miktarda ısı bulunmaktadır.

Bitümlü şist, bitümlü kum, güneş enerjisi, jeotermal kaynaklar, dalgalar, med ve cezir olayları, rüzgâr ve nükleer füzyon gibi potansiyel enerji kaynakları, herhangi bir zamanda gereksinim duyulacak enerjiyi rahatça sağlayacak miktardadır. Ne var ki, bugüne kadar ihmal edilen bu enerji kaynaklarından enerji sağlanması, pek çok önemli sorunun çözümüne bağlıdır. Bunlar yalnızca teknik konularda değil, teknoloji dışında da birçok konuyla ilgilidir. En önemli sorun, ihmal

edilen doğal gazlar gibi çeşitli bölgelerde bulunmayıp tersine, yeryüzüne dağınık bir biçimde yayılmış olmalarından doğmaktadır. Eğer dünyanın herhangi bir ülkesine düşen güneş ışınları, bu denli dağınık bir biçimde yayılmasaydı, güneş ışığından sağlanacak enerji, tüm enerji gereksinimlerini karşılamaya yeterdi. Çok geniş alanları, güneş ışını toplayıcıları ile donatmak mümkün olmadığı için, bugün güneş enerjisinin sadece çok küçük bir bölümünden yararlanılabilmektedir. Tıpkı bunun gibi dalgaların ya da rüzgârın sahip olduğu enerjinin inanılmaz büyüklüklerde olmasına karşın, bunların çok dağınık bir biçimde bulunması, enerjilerinden yararlanmak, ancak çok küçük tesislerle, ya da binlerce küçük gereçle olanaklı olmaktadır. Bugün, dünyada

med ve cezir olayından yararlanan sadece bir tane güç santrali bulunmaktadır.

Bugüne kadar kullanılmayan enerji kaynaklarının çoğunun, dağınık bir biçimde bulunması bunları yararlı hale getirecek tesislerin çok pahalı olmasına yol açmaktadır. Bu tesislerin yapımı sırasında tüketilecek olan enerji, tesislerden sağlanacak enerji miktarından daha büyük olabilir. Bu nedenle hem enerji açısından, hem de finansman açısından yatırımın kârlı olabilmesi için, dikkatli bir enerji analizi gerekmektedir. Örneğin Colorado'nun zengin bitümlü şistleri için yapılan incelemeler, daha ucuz teknolojiler bulunmadığı sürece, bitümlü şistlerin önemli bir petrol kaynağı haline gelmesini önlemektedir.



Gazın Araştırılması: "A" bölümünde bulunan kömür, ısıtılarak buharın "B" ve "C" bölümüne sağlanıyor. Daha sonra çeşitli maddeler "F" ve "D" bölümünde ayrıştırıldıktan sonra, gaz depoya ulaşır.

Başka bir sorun, ekonomistlerin hız ve miktar olarak adlandırdıkları konudan çıkmaktadır. Dünya enerji kaynaklarının tükenmesi durumunda önemli olan, potansiyel kaynakların varlığı değil, bu kaynakların kullanılacak hale gelmesinin ne kadar süreceğidir. Bugüne kadar kullanılan enerji kaynaklarının her biri ötekinden daha hızlı bir biçimde yararlı kılınmıştır. Ancak, yeni enerji kaynaklarının her birini kullanılır hale getirmek, petrol ve doğal gazla göre çok daha güçtür. Çünkü bunlar daha büyük yatırımlar gerektirmekte ve daha az verimli olmaktadır. Bu nedenle ortaya yeni enerji kaynakları çıkarma düşünceleri gerçekleştirilmemektedir. Yeni enerji kaynaklarının eskilerin yerini alabilecek hızda kullanılır hale getirilmemeleri ise, enerji krizlerinin doğmasına yol açmaktadır.

Bugüne kadar kullanılmayan büyük enerji kaynakları, üç grupta ele alınmaktadır. Yerçekiminden kaynaklananlar, güneş enerjisinden kaynaklananlar ve nükleer süreçlerden kaynaklananlar.

Yerçekiminden kaynaklanan yalnızca bir tek tür med ve cezir olayı vardır. Ayın ve güneşin okyanusları üzerindeki çekimleri dolayısıyla ortaya çıkan bu olaylar, kabarmayla alçalma arasındaki farkın çok büyük olduğu alanlarda, hidroelektirik santreller için önemli bir potansiyel yaratır.

Güneşle ilgili kaynaklar ağaç, kömür, petrol ve doğal gaz gibi bilinen kaynaklarla birlikte, yaşamları güneşe bağlı her türlü bitkisel ve hayvansal kaynakları içerir. Aynı zamanda, güneş ışınındaki enerji, daha dolaylı bir biçimde rüzgâr, dalgalar ve okyanuslardaki ısı değişimleri ve hidroelektrik enerji de, güneşle ilgili olan enerji kaynakları arasında sayılabilir.

kaynağı sağlarlar: Günümüzde kullanılmakta olan nükleer füzyon ve jeotermal enerji.

Bugüne kadar yalnızca güneş, yıldızlar ve hidrojen bombasında görülen füzyon iki hafif elementin birleşerek daha ağır bir element oluşturmaları sırasında serbest kalan enerjiden yararlanır. Füzyonu denetim altına alabilmek için iki değişik yaklaşım denenmektedir. Bu yaklaşımlardan birincisi, hafif elementleri çok yüksek ısılarda bir plazma biçiminde bir araya getirmek ve bu yolla hafif elementlerin birbirinden kopmalarını önlemektir. İkinci yaklaşım ise, iki hafif elementi, balyoz etkisi gösterecek bir biçimde yoğun lazer ışınları ile sıkıştırmayı amaçlar. Bu yolla çok hızlı enerji verildiğinden küçük enerji topağı patlamaya benzer bir biçimde büzülerek, bir füzyon tepkimeye yol açar. Böylece lazer ışınlarıyla tüketilenden çok daha büyük miktarda enerji serbest bırakılır.

Jeotermal enerjiyse, yerkürenin derinliklerinde meydana gelen nükleer süreçler sonucu serbest kalan ısıyı kullanır. Bu enerji türü, günümüzde çok sınırlı bir biçimde kullanılmakta ve gelecek için önemli bir kaynağı oluşturmaktadır. Jeotermal ısı ile çalışan güç merkezleri, İzlanda ve Yeni Zelanda gibi bölgelerde bulunan sıcak buhar kaynaklarından yararlanır.

Yitirilen Enerji Kaynakları

Günümüzde gelişmiş ülkeler, dünyanın değerli kaynaklarına tarihte eşine rastlanmayan bir hızla tüketmektedirler. Fosil yakıtları minareller, metaller, su, kereste ve hatta toprak sanki sonsuzmuş ve yerine yenisi konacakmışcasına tüketilmektedir. Oysa bu kaynakların rahatça harcancak bir gelir değil, insanın ortaya çıkışından milyarlarca yıl önce oluşan sermaye birikimi olduğu unutulmamalıdır. Eğer kaynaklar bugünkü hızla kullanılırsa



Nükleer süreçler üç tür enerji

birkaç yüzyıl içinde tükeneceklerdir.

Kaynakların Dayanma Süreci

Çeşitli kaynakların kullanım hızlarına ilişkin görüşler değişmektedir. Herhangi bir mineral kaynağının ömrünün saptanması için yapılan hesaplar, varsayımlara göre büyük farklılıklar göstermektedir.

A.B.D. Yerbilimsel Araştırma Dairesi'nin de aralarında bulunduğu pek çok uzman ve uzman kuruluş yakıt ve mineral kullanımlarının bugünkü hızla, yalnızca bir ya da iki kuşak daha devam edebileceğini kabul etmektedir.

Birçok mineral kaynağını tüketimi kısa bir süre öncesine kadar sistemli bir biçimde artıyordu. Tüketime bu yükselen eğrisi, örneğin petrol talebinin her on yılda bir iki katına çıkması anlamına geliyordu. Öteki temel mallara olan talep daha yavaş bir artış gösteriyor ve 10-20 yılda bir iki katına çıkıyordu.

1973 sonlarına doğru ortaya çıkan petrol krizi ve onu izleyen ekonomik bunalım petrol ve çeşitli madenlere olan talebin düşmesine ve yirmi yıldan beri ilk kez tüketimdeki sürekli artışın düşmesine neden oldu. Ancak ekonomistlerin çoğunluğu bu durumun dünya ekonomisinin büyümesinde sıfır büyüme hızına doğru bir dönüm noktası değil, yalnızca bir duraklama olduğunu kabul ediyorlar.

Böyle bir büyüme hızının petrol ve mineral talebi üzerindeki etkisi nedeniyle büyümenin yenden eski boyutlarına ulaşp-ulaşmayacağı, kaynakların daha ne kadar dayanabileceklerini varsayımında büyük öneme sahiptir. 1960-1970 arasındaki 10 yılda tüketilen petrol miktarı ilk petrol kuyusunun açıldığı 1859 yılından 1930 yılına kadar tüketilen miktara eşittir. Bu büyüme hızı doğal olarak şu sonucu doğurmaktadır.



Yeni kaynakların bulunması sürdürülmeli ve üretim hızı tüketimi geçmelidir.

Butün kaynaklar aynı büyüklükteki bir tehlikeyle karşı karşıya bulunmaktadır. Örneğin kömür, petrol ve doğal gazı göre daha bol bulunur. Alüminyum, demir ve magnezyum gibi madenler de ötekilere oranla daha zengin kaynaklara sahiptir. Bakır, vanadyum, kurşun ve çinko gibi başka bazı madenler daha az bulunmakla beraber kısa sürede tükenme tehlikesiyle karşı karşıya değildir.

Cıva, gümüş, kalay, tantal ve platin gibi bazı madenler ise son

derece sınırlı kaynaklara sahiptir. Kaynakların tükenmekte olduğunu belirten işaretler yeni değildir. Ancak karamsar görüş sahipleri bugüne kadar haklı çıkmamıştır. Gelişen teknoloji daha etkin araştırma yöntemleri, daha büyük pazarlar ve daha iyi fiyatlar üretimi talebin önüne geçirmeye itmiştir.

Haksızlıkların Temel Nedenleri

Kötümser görüş sahiplerinin hep yanlışlıklarını sanmak yanlış olur. Onların görüşlerini doğrulayan pek çok neden vardır. Bunlardan birincisi minerallerin yeryüzüne çok dağınık bir şekilde yayılmış olmasıdır. Öteki etken-

lerin esit olduğu bir durumda zengin bir filizi çıkarmanın verimsiz filizlere göre daha karlı olması nedeniyle en verimli kaynakların çoğu şimdiden tüketilmiş olmaktadır

Giderek daha ince ve zor erişilen filiz yataklarını kullanmak zorunda kalınmakta ve bu da maliyetleri yükselttiği gibi verimi de düşürmektedir. Geçmişte yer bilimciler filizin kalitesi bozuldukça miktarının artacağı düşüncesiyle kendilerini avutmuşlar ve düşük kaliteli filizlerin, zengin filizlerin 10-100 katı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bakır gibi bazı madenler için bu doğrudur. Ne var ki bazı madenlere, ya zengin



filizlerde, ya da verimsiz kaya parçalarında rastlanmaktadır. Birçok düşük verimli maden filizlerinin büyük miktarda bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu yüzden bugünkü yataklar tüketildiğinde geriye pek az kaynak kalacaktır.

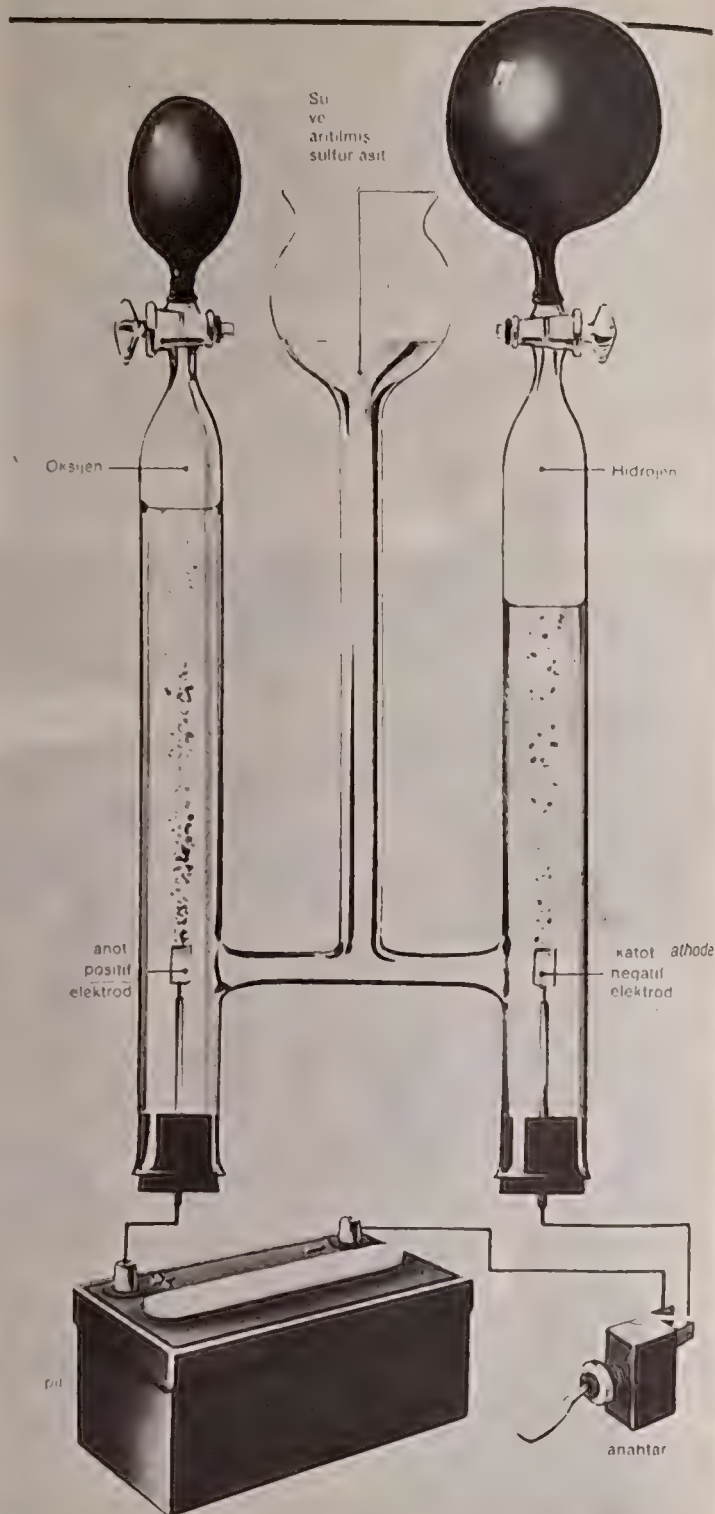
Kötümser olmak için başka bir neden de maden çıkarma işlemlerinin belirli miktarlarda maden elde etmek amacıyla giderek daha fazla enerji tüketimini gerektirmekte olmasıdır. Enerji kaynaklarının da sınırlı olması bu durumun böyle devam etmeyeceğinin göstergesidir. Aynı durum denizlerden çeşitli maden ve minerallerin de elde edilmesi için de söz konusudur.

Okyanusların büyük mineral kaynaklarına sahip olduğu doğrudur. Ancak bunların çoğunun çok düşük yoğunluklarda bulunmaları nedeniyle maliyetlerin çıkarılmalarını engelleyici bir rol oynaması doğaldır. Örneğin en yeni teknolojilerin uygulanması durumunda dahi denizden uranyum elde edilmesi için gereken enerji, bu uranyumun bir nükleer reaktörde üreteceği enerjiden daha büyük olacaktır.

Yeryüzü Etkenleri

Bir başka zorluk da, kaynakların coğrafi konumlarıyla ilgilidir. Önemli bir kaynağın sadece birkaç elde bulunması bu madenin fiyatını üretim maliyetinin çok üzerine çıkarır. Petrol fiyatları bu nedenle çok yükselmiştir. Gelecekte de birçok kaynak için, örneğin Çin'in dünya kaynaklarının yüzde 75'ini elinde bulundurduğu Tungsten, Güney Afrika'nın kaynakların yüzde 75'ine sahip olduğu Krom ve İspanya'nın yüzde 33'ünü denetim altında tuttuğu Cıva için de aynı durum söz konusu olabilir.

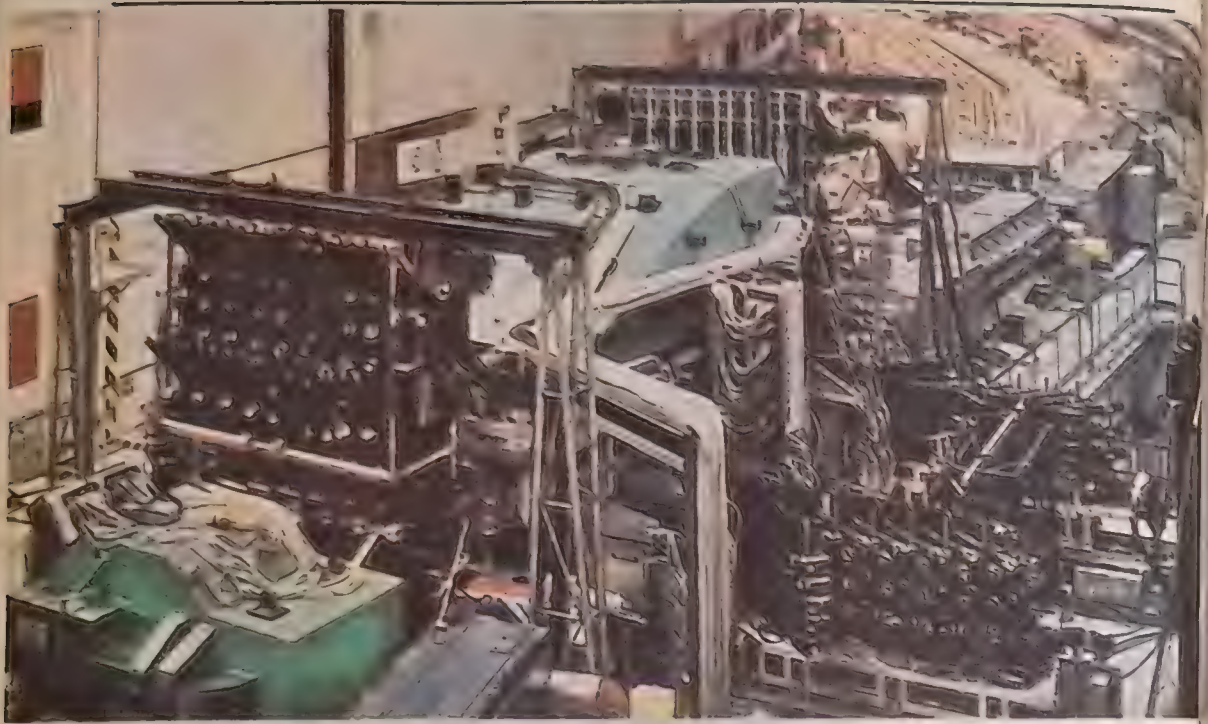
Ayrıca dünya petrol rezervlerinin büyük bir bölümünü elinde bulunduran Arap ülkeleri, Venezuela, Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyetler Birliği'nden de söz etmeden geçmek mümkün değildir.



İÇİNDEKİLER

Enerji Nedir?	4	Manyeto	56	İyonların Kutuplar Arası	
Enerji Biçimleri	4	Mikrofon	56	Dolaşımı	62
Enerji Kaynakları	6	Elektromotor Kuvvetinin		Elektroliz	62
Yakıtlar	7	Ölçümü	57	Faraday ve Yasaları	62
Enerji Krizi	7	Elektrik Akımının Isı Etkisi	57	Kutuplaşma	63
Güneş Enerjisi	8	Elektrik Güç	59	Piller	63
Enerji Toplayıcılar	8	Devre Kesiciler (sigortalar)	60	Volta Pili	63
Mekanik Enerji	10	Elektrik Lambaları	60	Daniell Pili	64
Nükleer Enerji	11	Tungsten Telli Ampul	60	Leclanche Pili	64
Rüzgâr Enerjisi	12	Ark Kömürü ve Elektrik Arkı	61	Kuru Pil	65
Elektrik Enerjisi	13	Elektrik Akımının Kimyasal		Akümülatörler	65
Isı Enerjisi	16	Etkileri	61	Sığa	65
Su Enerjisi (Gücü)	18				
Hidroelektrik	19				
Gel-Git'ler	19				
Rüzgâr Enerjisi	20				
Yel Değirmeni	20				
Rüzgâr Hızı	21				
Aerogeneratör Çalışmaları	21				
Gelecekteki Kullanımı	22				
Yeryüzündeki Isı	22				
Yeraltı Jeolojisi	22				
Geotermal Enerjinin					
Kullanımı	23				
Elektrğin Üretilmesi	23				
Geleceğin Elektrigi	23				
Enerji Dönüştürücüleri	24				
Verimlilik	24				
Mekanik Enerji	25				
Hız	25				
Dinamik	25				
Düşme	26				
İş	27				
Güç	28				
Enerji	28				
Enerjinin Dönüşümü	29				
Basınç	29				
Hidrostatik Basınç	29				
Hidrolik Enerji	29				
Taban Basıncı	29				
Sıvıların Sıkışabilirliği					
Kapasitesi	29				
Akımlar	51				
Elektrik Gücü	52				
Manyetik Alanların					
Değiştirilmesi	52				
Transformatör	52				
Elektrik Üretimi	54				
Sanayide Elektrik	54				
Elektrğin Kaynakları	54				
Enerji Üreten Santraller	54				
Su Enerjisi	55				
Güneş Enerjisi	55				
Alan Değiştirme	56				
Hareket Eden Manyetisler	56				





Elektrik Akımının Manyetik Etkisi	66	Volta Pili	44	Uzaydaki Alanlar.....	90
Kuvvet Çizgileri.....	66	Elektrik Devresi.....	44	Geri Dönüşümlü Elektrik	91
Elektromıknatis	67	Elektrik Akımının Yönü	44	Verimlilik.....	91
Yalıtım.....	68	Elektrik Akımının Şiddeti.....	44	Termik Çıftı.....	92
Sigortalar.....	68	Elektrik Akımının Etkileri	44	Güneş Hücreleri.....	92
Elektrikli Aletler	70	Ohm Kanunu.....	45	Filtreler.....	93
Fen ve Elektrik	71	Direnç.....	45	Gelecek	93
Radio Dalgaları	71	Elektrikli Mıknatıslar.....	49	Atom	95
Pascal Kuramı	30	Manyetik Güneş	50	Nükleer Enerji	95
Isı ve Sıcaklık	30	Manyetik Bobinler	51	Radyoaktivite.....	96
Isı Enerjisi.....	31	Elektrik Zili	74	Kütle Enerjisi.....	99
Isınma Isısı	32	Telgraf	74	Füzyon Olayı.....	99
Isı Miktarının Hesaplanması.....	33	Teleks	74	Atom Bombası.....	100
Atom Isısı.....	33	Ölçü Aletleri	75	Atom Pili.....	101
Yanma Isısı.....	33	Galvanometre	75	Işık Bilgisi.....	101
Buharlaştırma.....	34	Ampermetre.....	76	Işık.....	101
Kaynama	34	Vatmetre.....	76	Gölge.....	101
Sogukluk.....	34	Elektrik Motorları	76	Fotometre	102
Uçunum	35	Dinamolar	78	Aydınlanma	102
Isı ve Iş	36	Alternatif Akım	79	Yansıma	102
Isı Motorları	36	Alternatör	79	Aynalar.....	102
Buhar Makineleri.....	36	Transformatörler	81	Priзмalar	103
Buhar Türbinleri.....	37	Elektriği Depolamak.....	82	Renk Tayfı.....	103
Motorlar	37	Elektrikli Arabalar.....	84	Spektroskop.....	103
Isının Yayılması.....	39	Rödesörler	84	Mercekler.....	103
Elektrik Enerjisi.....	41	Termoiyonik Sistem.....	85	Optik Araçlar	104
Statik (Durağan) Elektrik.....	41	Diyot Lamba	85	Projeksiyon Makinesi.....	104
Negatif ve Pozitif Elektrik.....	41	Katot Işınları	86	Epiksop.....	105
Elektriğin Meydana Gelmesi.....	42	Kanal Işınları.....	86	Teleskop	106
Etkileme ve Elektriklenme	42	Röntgen Işınları.....	86	Sinema Makinesi.....	106
Elektrik Gerilimi.....	43	Elektrik Titreşimleri.....	87	Işık Dalgaları	108
Elektrik Akımı.....	43	Telsiz Telgraf Sistemi	88	Polarizasyon	109
		Triyot Lambalar	88	Işık Enerjisi.....	109

Fosfor	111
Lazer Işını.....	111
Ses	113
Frekans ve Ton.....	113

Akustik	114
Maddenin Durumları.....	116
Sıvılar	116
Gazlar.....	117

Kömür	118
Petrol ve Gaz.....	119
Enerji Elde Etmek	122
Yeni Enerji Kaynakları.....	123

DİZİN

A

aerojenaratör 21, 22
akımlar 51
akım çeşitleri 90
akustik 114
akümülatörler 14, 65
alan değıştirme 56
alfa ışınları 12
alternatör 79, 80
alternatif akım 15, 79, 80
alternatif gerilim 52
amper 14
ampermetre 76
anemometre 21
ark kömürü 61
Arşimed ilkesi 116
atom 11, 95, 96, 97, 98



atom bombası 100
atom enerjisi (bak nükleer enerji)
atom pili 101
Atwood George 27
aydınlanma 102
aynalar 102

B

bari 29
basınç 29
beautart ölçeği 21
beta ışınları 12
beygir gücü 28
buharlaşma 34, 35
buharlaşma ısısı 116
buhar makineleri 36
buhar türbinleri 16, 37

D

dalga gücü 19
daniel pili 64



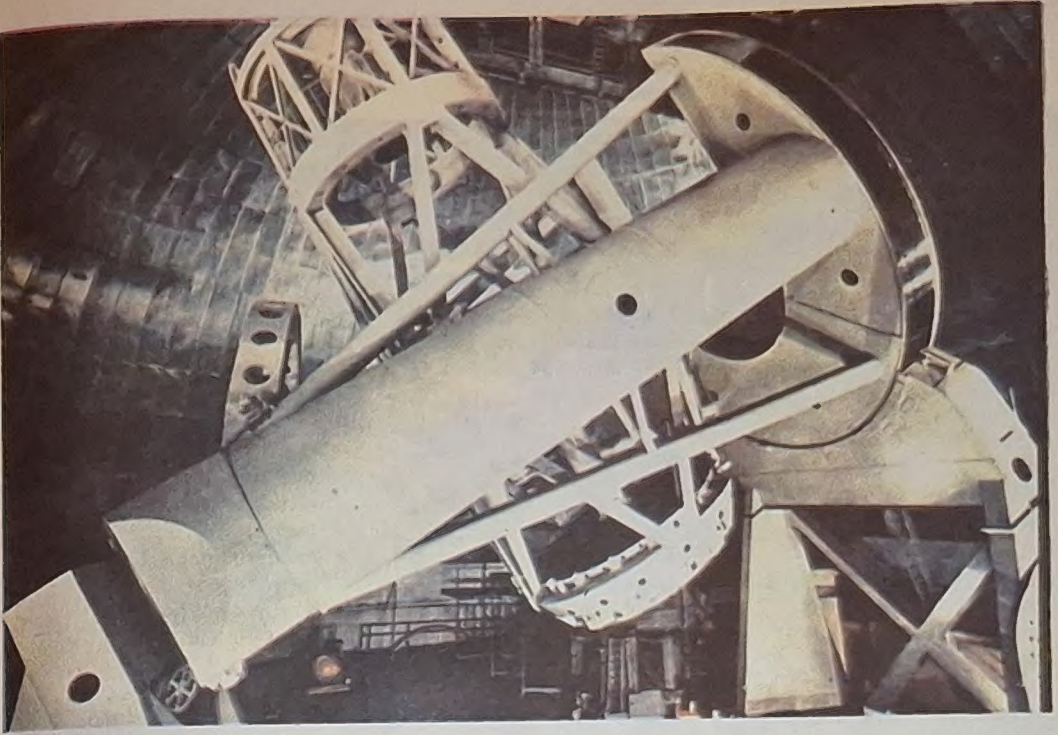
Danton 95
 Davy Humphrey 71
 devre kesiciler (sigortalar) 60, 68, 69
 dinamolar 15, 78, 79
 dinamik 25
 direnç 45, 46
 diyot lamba 85
 dizel motorları 38
 düşme 26

E

Edison 71

Einstein Albert 111
 elektriği depolamak 82
 elektriğin dönüştürücüleri 24
 elektriğin kaynakları 54
 elektriğin parçaları 71, 72, 73
 elektriğin şiddeti 14
 elektriğin üretilmesi 23
 elektrik 41
 elektrik akımı 43, 44, 45, 57, 58
 elektrik arkı 61
 elektrik devresi 43
 elektrik enerjisi 4, 9, 10, 13, 15
 elektrik gerilimi 43
 elektrik gücü 52
 elektrik lambaları 60
 elektrik motorları 76

elektrik santralleri 15
 elektrik titreşimleri 87
 elektrik üretimi 54, 55, 56
 elektrik zili 74
 elektrikleme 42
 elektrikli aletler 70
 elektrikli mıknatıslar 49
 elektroliz 61
 elektromıknatıs 67
 elektromotor kuvveti 57
 elektriksel güç 59
 enerji 4, 28
 enerji birimleri 4
 enerji elde etmek 122, 123
 enerji kaynakları 6, 123, 124, 125, 126



enerji krizi 7
enerji toplayıcıları 8
enerji üretim santralleri 54
enerjinin dönüşümü 29
erime ısısı 116
episkop 105
etkileme 42
eylemsizlik kuramı 26

gama ışınları 12
gazlar 117
gel-git 19
geotermal enerji 23
geri dönüşümlü elektrik 91
gölge 101
Graham Bell Alexander 48, 71
güç 28

güneş enerjisi 6, 8, 15, 16, 55
güneş hücreleri 91

H

Hertz 53, 71
hız 25

F

Faraday 71
Faraday yasaları 62
filtreler 91
fosfor 111
fotometre 102
frekans ve ton 113
frekansın periyodu 87, 88
füzyon olayı 99

G

Galile 26, 107
galvonometre 75, 76



hidroelektrik 19
hidroelektrik enerji 29
hidrolik santraller 15
hidrostatik basınç 29
Huygens 110

I

ısı 16, 30, 31
ısı birimi 31
ısı değişiklikleri 9
ısı enerjisi 4, 5, 6, 7, 31, 32
ısı etkisi 45
ısıtma ısı 17, 32, 33
ısı motorları 36
ısı toplayıcılar 9
ısının yayılması 39, 40, 101
ışık 101
ışık akışı 102
ışığın ayrışması 90
ışık dalgaları 107
ışık enerjisi 4, 5, 6, 109
ışığın kırılması 103
ışık şiddeti 102

İ

indüksiyon 78

interferometre 109
iyonların dolaşımı 62
izotop 97

J

Jeotermal enerji 6, 22, 23
Joule Dames Prescott 36
Joule deneyi 34

K

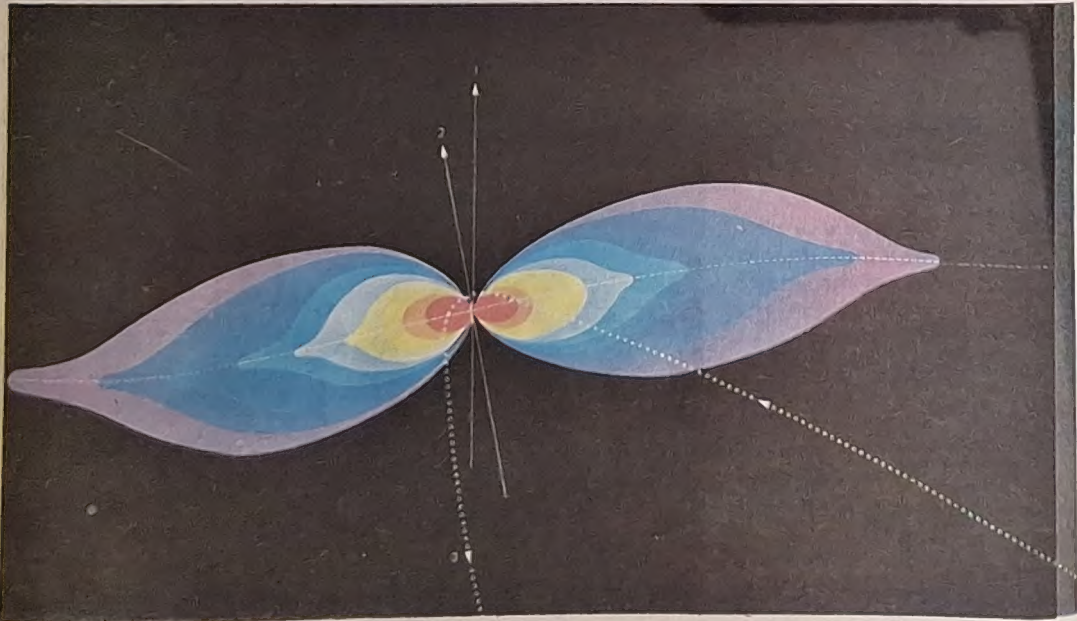
Kalori 17
katot ışınları 86
kanal ışınları 86
kaynama 34, 35
kimyasal enerji 5, 10
kimyasal etki 45
kinetik enerji 4, 10, 28
kömür 118, 119
kömür fitilli ampul 61
kritik basınç 35
kuru pil 65
kutuplaşma 63
kuvvet çizgileri 66
kütle enerjisi 99

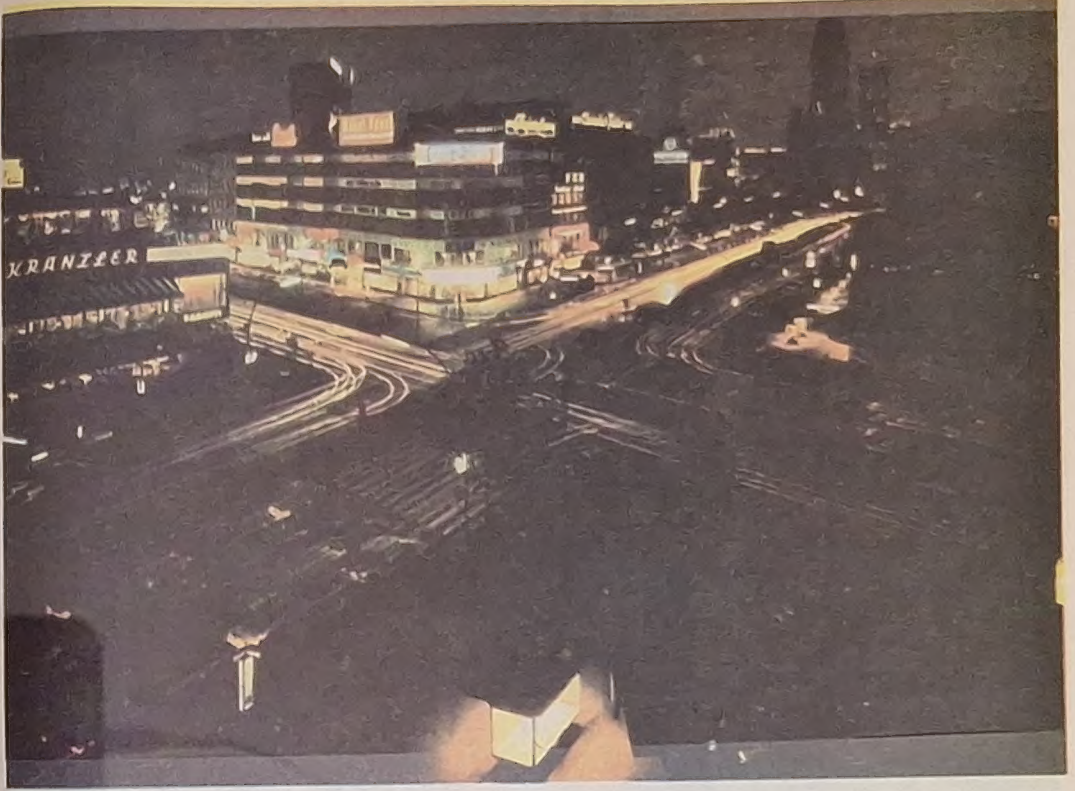
L

Lazer ışını 111, 112
leclanche pili 64

M

maddenin durumları 116
manüple 74
manyeto 56
manyetik alan şiddeti 66, 67
manyetik bobinler 51
manyetik etki 44, 45
manyetik güneş 50
Marconi 71
Maxwell 71
mekanik enerji 5, 10, 25
mercekler 103
mıknatıslar 56
Miami 112
mikrofon 56
mors alfabesi 74
Morse Samuel 74
motor kanunu 77





N

negatif elektrik 41
Newton Isaac 25, 107
nükleer enerji 4, 7, 11

O

Ohm kanunu 45
optik araçlar 103

Ö

ölçü ayetleri 58, 59, 75

P

Pascal 29, 30
petrol 119, 120
pil 63, 83, 83
pil doldurucusu 51
Planck 109
polarizasyon 109
potansiyel enerji 4, 10, 28
pozitif elektrik 41
prizmalar 103
projeksiyon makinesi 106

R

radioaktivite 96, 97
radyo dalgaları 71

renk tayfı 103, 107
röresör 84, 85
röntgen ışınları 86, 87
Rutherford 98
rüzgâr enerjisi 6, 12, 20
rüzgâr hızı 21

S

sanayide elektrik 54
ses 113
sıcaklık 16, 30, 31
sığa 65, 66
sigortalar (bak devre kesiciler)
sigorta değerleri 69
sıvılar 116
sinema makinesi 106
sinüs eğrisi 52
soğukluk 34, 35
spektroskop 103
statik (durağan) elektrik 41

T

teleks 74
teleskop 106
televizyon 51
telgraf 74
telsiz telgraf sistemi 88
termik çift 91
termik santraller 15
termiyonuk sistem 85
Thompson J.J. 71
tungsten ampülü 61
transformator 51, 52, 53, 81, 84
triyot lambaları 88

U

uçunum 35

V

vatmetre 76
verimlilik 24, 91
Volta Alexander 13, 63
volta pili 13, 44, 63

Y

yalıtım 68
yakıtlar 7
yanma ısı 33
yansıma 102
yel değirmenleri 20
yeraltı jeolojisi 22
yüzey gerilimi 117



**Bu Ansiklopedi MİLLİYET ÇOCUK DERGİSİ ile TÜRK
TİCARET BANKASI'nın ortak bir kültür hizmetidir.**